



**INGENIERIA INDUSTRIAL**  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**CURSO GESTIÓN DE PROYECTOS  
PARA CURSO IN 586 del DII de la U. de Chile.**

**Autor: Juan Miguel Dyvinetz Pinto**  
Constructor Civil e Ingeniero Civil de la U. de CH.  
Profesor de la cátedra Gestión de Proyectos de la Universidad de Chile.



## Tabla de Contenidos

<b>I</b>	<b>BASES DE DIP O GP .....</b>	<b>3</b>
1	INTRODUCCIÓN .....	3
1.1.	<i>Definición de Proyecto</i> .....	4
1.2.	<i>Breve Historia y Definición de Gestión de Proyecto</i> .....	6
1.3.	<i>Aplicación de la GP</i> .....	7
2	EL PROYECTO Y SU ORGANIZACIÓN .....	8
2.1.	<i>Tipos de Estructuras Organizacionales en DP</i> .....	9
2.2.	<i>Recursos Humanos del Proyecto</i> .....	11
3	BASES SISTEMA INTEGRADO DIRECCIÓN DE PROY. O GESTIÓN DE PROY.....	12
<b>II</b>	<b>FASES DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
4	METODOLOGÍAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL TIEMPO .....	17
5	METODOLOGÍA PARA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS .....	24
6	MÉTODOS DE ASIGNACIÓN E INTERCAMBIABILIDAD DE RECURSOS .....	28
7	MÉTODOS DE CONTROL COMBINADO TIEMPO-COSTO-AVANCE.....	31
<b>III</b>	<b>FASE DE ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>34</b>
8	CONTRATOS Y CONTRATISTAS.....	34
9	COORDINACIÓN, COMUNICACIONES E INFORMACIÓN .....	40
<b>IV</b>	<b>ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>43</b>
10	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	43
10.1.	<i>Desarrollo de la Ingeniería del Proyecto</i> .....	44
10.2.	<i>Cambios de Ingeniería</i> .....	44
11	ABASTECIMIENTOS DE EQUIPOS Y MATERIALES .....	45
11.1.	<i>Proceso de Fabricación y Despacho</i> .....	47
12	CONSTRUCCIÓN.....	48
12.1.	<i>Control del Desarrollo de las Obras de Construcción</i> .....	50
13	PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS E INSTALACIONES .....	51
14	AUDITORÍA DEL PROYECTO.....	51
15	ÚLTIMAS METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS EN APLICACIÓN ACTUAL ...	52
16	REFERENCIAS.....	54

## **I BASES DE DIP O GP**

### **1 INTRODUCCIÓN**

Las implicancias posteriores a la segunda guerra mundial afectaron a las empresas bajo formas significativas de cambios de tipo estructural, financiero y tecnológico, aparecieron nuevos enfoques y metodologías de dirección empresarial. La empresa vio emerger modelos de planificación estratégica y dirección de proyectos; nuevas técnicas de comercialización y evolución de las inversiones, valiosas teorías de manejo de recursos humanos y muchas otras.

“Project Management”, cuya mejor traducción podría ser Dirección de Proyectos o Gestión de Proyectos, es también un nuevo enfoque y una metodología de administración y conducción de proyectos integrada, especialmente para proyectos complejos de desarrollo e inversión de capital.

Su evolución teórica aplicada ha sido producto del trabajo continuo de profesionales de empresas, universidades e institutos. Este esfuerzo ha sido notorio en Estados Unidos e Inglaterra, pero su aplicación actual abarca prácticamente todo el mundo.

Características de la Dirección de Proyectos o Gestión de Proyectos.

Gestión de Proyectos es un enfoque y una metodología de acción. Se apoya en principios y técnicas de desarrollo organizacional y planificación y control de recursos. Su objetivo es transformar una decisión de inversión en una realidad física, dentro de limitantes de costo. Tiempo y calidad.

Por años la empresa realiza sus proyectos con el enfoque funcional, dejando las decisiones finales al gerente de la empresa.

En la medida que los proyectos aumentan en magnitud y complejidad, el enfoque funcional se hace impracticable y es necesario entregar la responsabilidad a un solo ejecutivo, quien comúnmente es llamado Director de Proyecto, Gerente de Proyecto, Jefe de Proyecto o Administrador de Proyecto.

Dirección o Gestión de Proyectos es entonces el enfoque integrado de manejo de proyectos en particular, mayores y complejos. El Director de Proyectos tiene la responsabilidad de los cumplimientos de los objetivos del proyecto, específicamente su costo su plazo y calidad de la obra física.

### **1.1. Definición de Proyecto.**

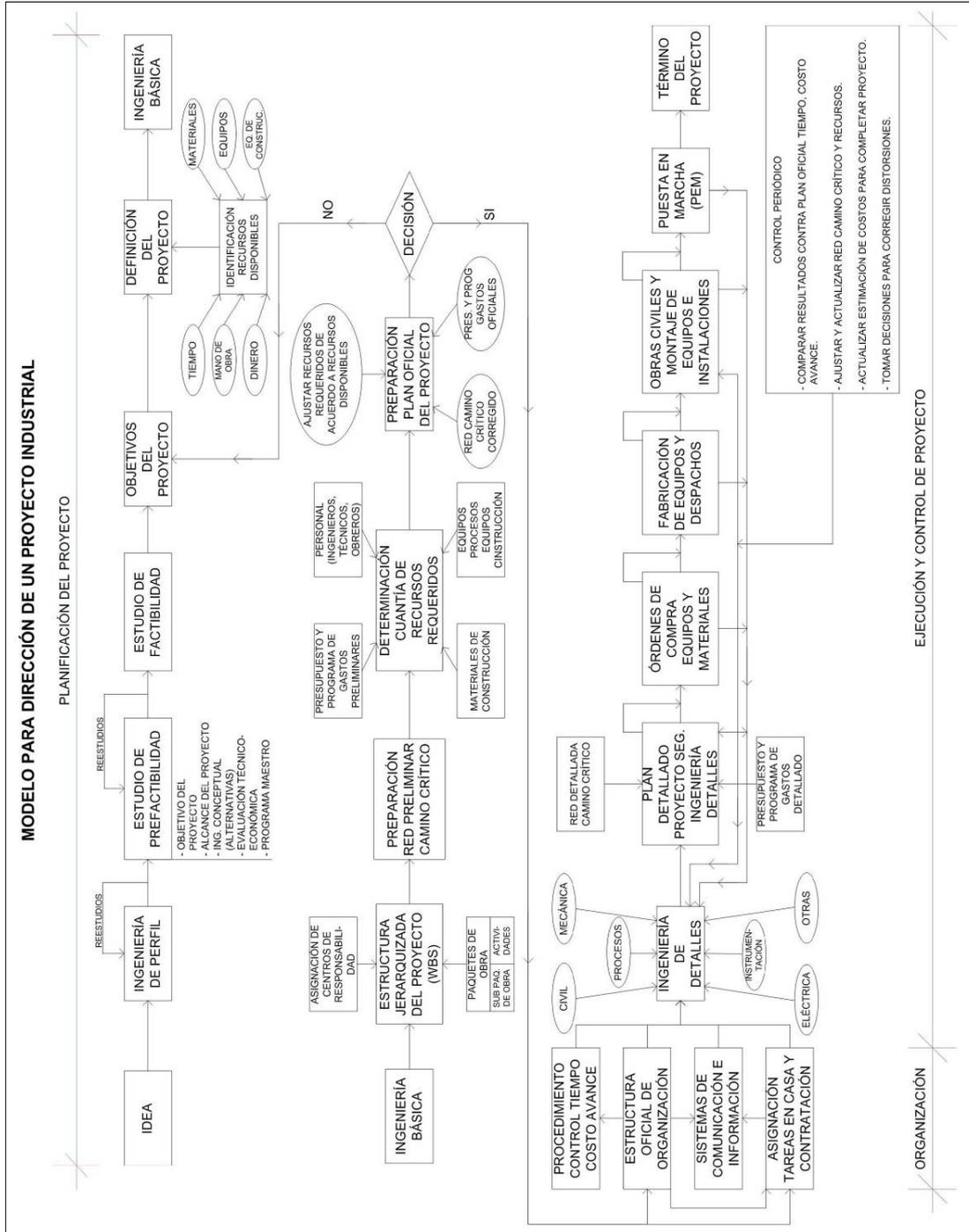
La globalización ha hecho posible que diferentes interesados a través de sus opiniones, estudios e intercambios en el ambiente web, definan diferentes conceptos. Así “wikipedia” define Proyecto de la siguiente forma:

“Un proyecto es una empresa planificada que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; la razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos”.

El PMBOK, (Project management Body of Knowledge/Fundamentos de la Dirección de Proyectos), lo define así:

“PROYECTO: Es una tarea de carácter temporal dirigida a crear un producto o servicio único”.

La figura que se presenta a continuación de un modelo típico de un proyecto de inversión de capital, (proyectos a los cuales está orientado este curso), resume de forma gráfica las etapas por las cuales pasa un proyecto de inversión de capital, desde su idea hasta la puesta en marcha (PEM), y entrega a operaciones.



En la figura presentada se aprecian las etapas de Planificación, Organización y Ejecución y Control del Proyecto. Más adelante se analiza en detalle la figura que presenta las bases del sistema de gestión de proyectos.

## 1.2. Breve Historia y Definición de Gestión de Proyecto

### Breve historia:

La evolución Project Management, (PM), o Gestión de Proyectos, (GP), o Dirección de Proyectos, (DP), en menos de 50 años ha sido explosiva. Dos hitos se destacan, el concepto de ruta crítica para guiar la marcha del proyecto y el nacimiento de una nueva institución para orientar y difundir la teoría y práctica de PM. Referente a la ruta crítica nos referiremos más adelante, detallando como se aplica esta herramienta de planificación y control, (P&C), del tiempo, que nació hace ya 100 años, cuando Henry Gantt propuso el gráfico de barras para P&C.

El progreso logrado por PM ocurrió en 1969 con el nacimiento en USA del PMI, (Project Management Institute), cuya creación es considerada como hito relevante del progreso de esta nueva actividad profesional. Posteriormente se creó la Internacional Project Management Association, (IPMA) en Inglaterra, orientada a promover PM en el mundo a través de una red de asociaciones nacionales.

PMI es el organismo iniciador en el desarrollo de la moderna concepción de PM o GP. Su acción está respaldada en una teoría de carácter sistémico, sistemático y consolidado para orientar las actividades requeridas para dirigir exitosamente un proyecto.

En 1983, voluntarios del PMI se reunieron por primera vez para condensar lo esencial de los fundamentos de la dirección de proyectos. En la actualidad, la Guía del PMBOK, (Project management Body of Knowledge, Guide), la cual se ha convertido en el estándar mundial para la actividad profesional denominada gestión o dirección de proyectos y constituye uno de los más versátiles y mejores documentos de los que se dispone en todas las industrias importantes del mundo.

### Definición de Gestión de Proyectos:

La definición de la wikipedia es la siguiente: “La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto”

### En tanto la del PMBOK es la siguiente:

“Es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto dirigidas a satisfacer sus requerimientos”.

Al parecer queda claro que ambas definiciones son coincidentes, lo que demuestra que en el mundo hay consenso en cuanto que es Gestión de Proyectos. Sin embargo los profesionales que se mueven en el mundo de los proyectos, normalmente, mezclan las actividades técnicas con la de gestión, dado el difícil establecimiento del límite de baterías, entre lo que es técnico y lo que es gestión en un proyecto.

Una forma práctica de entenderlo es con un ejemplo. Si hacemos la pregunta a un ejecutor de la ingeniería si está completa la adquisición de un transformador, este responderá que está completísima, que se hicieron todos los cálculos y se revisaron con doble chequeo, así como las especificaciones técnicas y las variables del terreno en donde será instalado, etc., etc. El encargado de la Gestión del Proyecto (DP), dirá, está completísima, se ha puesto la orden de compra en la fecha más temprana con una detallada especificación técnica que hizo Ingeniería, de tal modo que incluso tendremos un holgura, cuando llegue a la faena, además están todos los seguros incluidos y tendremos los planos certificados a tiempo para que no se atrase la Ingeniería de detalles y hay “expeditors” (activadores), para acelerar el proceso de la adquisición. El ejemplo aclara que el DP está aplicando las herramientas de P&C para cumplir con su responsabilidad de costo, plazo y calidad del proyecto que dirige.

### 1.3. Aplicación de la GP

Como hemos visto, cada vez más se está demostrando la utilidad de la aplicación de la GP, su crecimiento ha sido impresionante.

Su aplicación comprende el empleo de nuevos principios de organizaciones, técnicas avanzadas de P&C con sofisticados softwares, técnicas de análisis y asignación de recursos; en general, mecanismos de manejo prolijo del proyecto y sus componentes.

La siguiente tabla presenta un resumen de áreas de aplicación de la GP o DP en diferentes tipos de proyectos.

<b>Tipo Proyecto</b>	<b>Características</b>	<b>Ejemplos</b>
Mayor	Gran consumo de recursos	Planta de acero Refinería Cu
Complejo	Novedad, riesgo, otras	Pl. energía nuclear
Interdependiente	Multifuncional	Desarrollo de productos nuevos
Nacional	Multiobjetivos	Proyectos de interés nacional
Programa	Multiproyectos	Programas integrados expansión industrial
Recursos restringidos	Limitación rec. Humanos y financ.	Algunos proyectos de expansión.
Consortio	Multiempresarial Multinacional	De gran magnitud y complejidad

La tabla describe siete tipos de proyectos, pero es necesario aclarar que hay proyectos que pueden ser clasificados en varios de ellos, por ejemplo, la planta de energía nuclear, puede pertenecer a los siete tipos de proyectos indicados.

## 2 EL PROYECTO Y SU ORGANIZACIÓN

La GP basada en los principios antes indicados, implica la creación de una organización específica para el manejo de los proyectos. Este enfoque corrige los defectos de entregar la tarea a las áreas funcionales de la empresa.

A continuación se presenta un cuadro que compara una organización funcional de un proyecto versus una organización por proyecto. Funcional es aquella en la que el proyecto es desarrollado por los distintos departamentos de la empresa, como adquisiciones, ingeniería, producción, finanzas, en tanto la organización por proyecto es aquella que la responsabilidad se le entrega a un DP que organiza su propio equipo, desligado de los departamentos funcionales de la empresa.

CONCEPTOS	ORG. FUNCIONAL	ORG. POR PROYECTO
Objetivos	Empresa > Función	Empresa > Proyecto
Tipo de organización	Estable	Variable
Relación Jerárquica	Flujo vertical de autoridad y comunicaciones	Flujo Vertical-horizontal diagonal de comunicaciones
Relación autoridad-Responsabilidad	Responsabilidad según autoridad	Responsabilidad total autoridad compartida
Unidad de mando	Autoridad unitaria según Jerarquía	Autoridad compartida
Duración Actividades	Indefinida	Definida

## 2.1. Tipos de Estructuras Organizacionales en DP

La organización de proyectos normalmente, se lleva a cabo en base a cuatro modalidades: Organización por Coordinación, Matricial, Pura y Semipura.

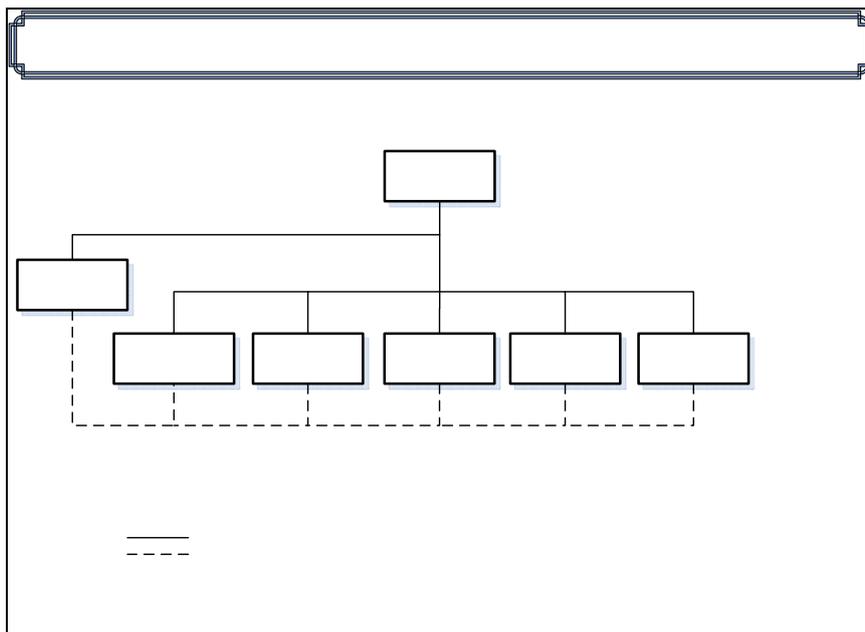
Por Coordinación, la empresa nombra un coordinador del proyecto que lo desarrolla ocupando los departamentos funcionales. Las decisiones finales las toma el GG. Se ocupa en proyectos menores.

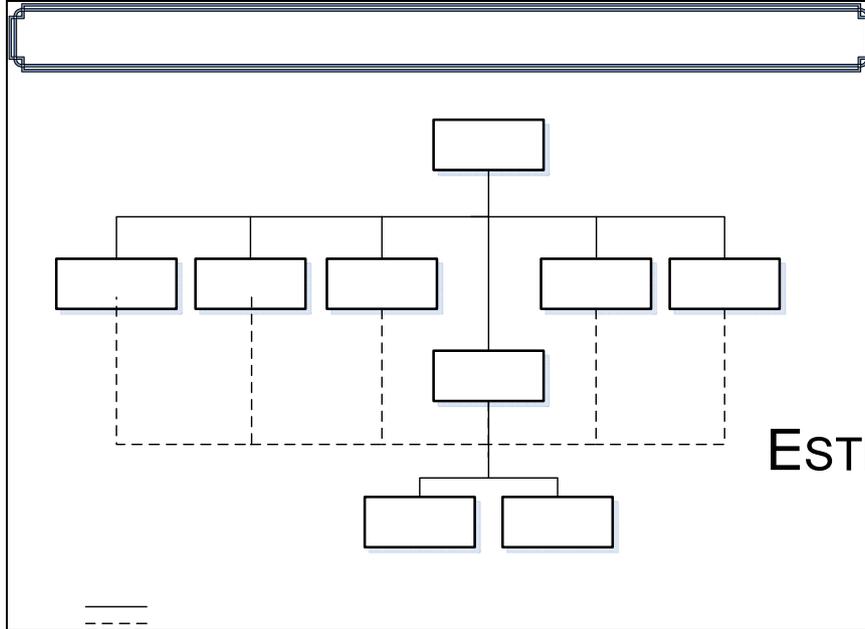
Matricial, se nombra un DP, a cargo de la cartera de Proyectos de la empresa y tiene un nivel similar al de los gerentes de departamentos, y desarrolla sus proyectos con los departamentos funcionales de la empresa. Es ocupado para proyectos de mayor envergadura normalmente con participación de empresas contratistas.

Pura, asigna un DP con plena autoridad sobre los recursos, y requiere la organización funcional especial, paralela a la de la empresa. Se utiliza en grandes proyectos ubicados en lugares remotos o en proyectos nuevos que nacen como creación de una nueva empresa.

Semipura es una mezcla de las dos anteriores, intermedio entre la matricial y la pura, el DP controla recursos críticos como diseño, personal, construcción, y funciones como finanzas, adquisiciones de la empresa prestan servicios al proyecto. Este tipo de organización es el más usado en los proyectos de inversión de capital.

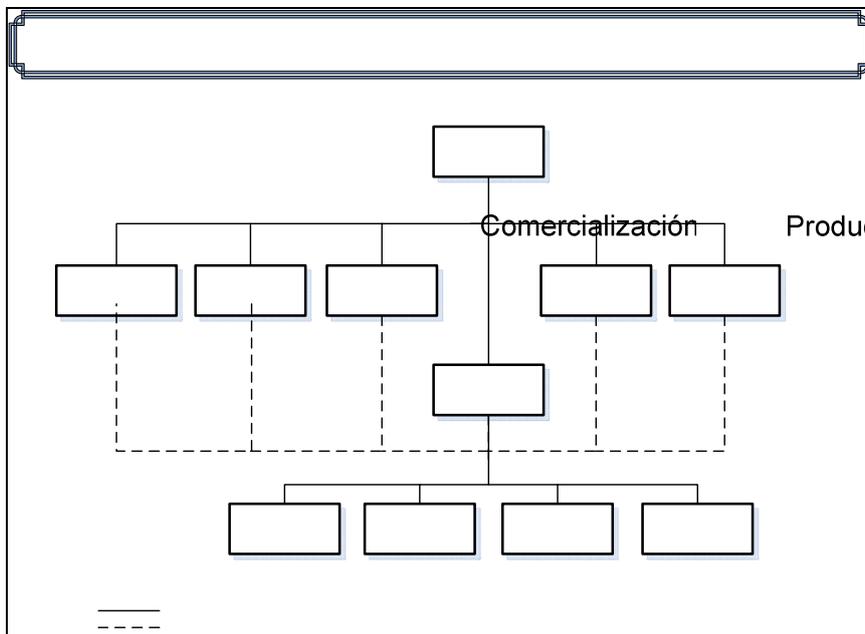
A continuación se presentan los organigramas correspondientes.





ESTRUCTURA DE DI

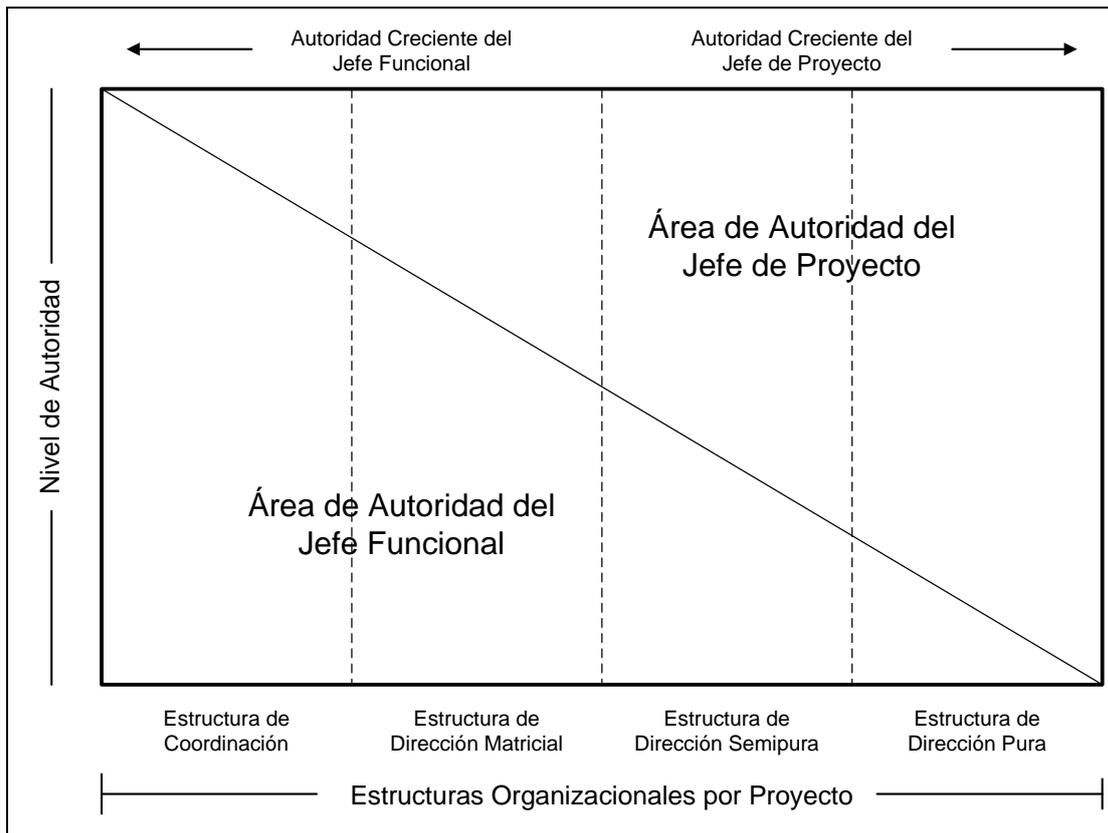
IN586 - GESTIÓN



Ingeniería y  
Construcción

Ingenier

Normalmente estas organizaciones no indican con claridad la autoridad de los participantes. A continuación se presenta una tabla del traspaso de autoridad según el tipo de organización.



## 2.2. Recursos Humanos del Proyecto

La ejecución de un proyecto es uno de los relevantes objetivos de las empresas industriales. Su éxito radica en lograr una armónica integración de variados recursos humanos involucrados en su desarrollo. Dentro de las responsabilidades del DP está el manejo de estos recursos, que provienen de los departamentos funcionales, las empresas contratistas, firmas de ingeniería, asesores extranjeros, etc, etc. Despertar su motivación es el desafío principal del DP.

Es útil que un DP conozca las teorías más conocidas de motivación como la de Maslow o la de McGregor. Escapa al alcance del curso extenderse más sobre el tema, pero es necesario indicar que es de particular relevancia que el DP comprenda que el conocer los impulsos que motivan a los individuos, depende en gran medida la disminución de los conflictos y el éxito del proyecto.

### **3 BASES SISTEMA INTEGRADO DIRECCIÓN DE PROY. O GESTIÓN DE PROY.**

El DP tiene una tarea típicamente gerencial, similar a la de los ejecutivos de la corporación. El modelo indicado en la figura de la página N° 5 del presente documento, resume el sistema de planificación, organización, ejecución y control, basado en un modelo de desarrollo con características gerenciales, gobernado por los principios de gestión de proyectos, que es posible diseñar.

El gráfico de la página 5, se ha presentado en forma secuencial, para efectos didácticos, pero debe indicarse que las fases de la etapa de ejecución se pueden traslapar y así normalmente sucede en la práctica.

La etapa de planificación del Proyecto, después de pasar por sus fases de idea y de perfil, que normalmente proveniente de operaciones de la empresa, pasa por sus etapas de Estudio de Prefactibilidad, con sus objetivos y alcance y que contiene entre otros estudios, la Ingeniería Conceptual, en donde se analizan varias alternativas de solución del proyecto y se escoge la que entrega la mejor evaluación de factibilidad técnico- económica (EFTE), que se presenta a la gerencia para aprobación.

Si es aceptada pasa a la etapa siguiente de Estudio de Factibilidad, que contiene entre otros trabajos la Ingeniería Básica, en donde la alternativa elegida de la etapa anterior, se diseña con un mayor detalle, se establecen los objetivos del proyecto, se identifican los recursos disponibles del proyecto, se realiza la estructura de quiebre (WBS/ Work Breakdown Structure), los paquetes de obra, red preliminar con camino crítico, determinación de cuantía de recursos y se realiza nuevamente una EFTE para aprobación del directorio de la empresa.

Si es aprobado, pasa a la etapa de Ejecución, cuyas fases principales son, Ingeniería de detalles, Adquisiciones, Construcción y Puesta en Marcha (PEM). Estas fases normalmente se realizan traslapadas, en consideración a que los montos de estos proyectos fluctúan desde los 50 millones de dólares hasta los 3.000 o más millones de dólares, por lo tanto es plenamente justificable desde el punto de vista del negocio de la empresa, que ese capital comience a producir lo antes posible. En el caso de la minería un día de adelanto de la puesta en marcha de un proyecto puede significar perfectamente, 500.000 dólares o más.

Es así como por ejemplo, cuando se tiene la ingeniería de detalles del proyecto en un 30% de avance aprobada para la construcción, (IFC, Rev: 0/ Issue for construction revisión 0), se comienza la Construcción en faena, a esto se le denomina “vía rápida”, mas conocido por su nombre en inglés “Fast Track”.

En esta etapa se debe organizar el proyecto, realizar la ingeniería de detalles, con todas sus disciplinas que se requieran, un plan de ejecución detallado del proyecto, su ruta crítica, y

el presupuesto con una exactitud de un  $\pm 5\%$ . El Director del Proyecto con las herramientas para la gestión de proyectos debe realizar un control periódico. También es necesario llevar controles de gestión en las etapas anteriores. A continuación entonces se presentará que es y como se aplica la Gestión de Proyectos.

La etapa de planificación está apoyada por las conclusiones del EFTE y está dirigido a la decisión de inversión. Está orientada a perfeccionar la calidad de la información.

El objetivo final es crear las bases para el diseño de las herramientas que permitan cumplir fundamentalmente, las promesas de costo, plazo y calidad del proyecto.

Estas tres variables están ligadas entre sí, la acción de una afectará a las otras dos.

Por este motivo una buena planificación del presupuesto, el programa de ejecución y la calidad, son determinantes para la eficaz conducción del proyecto.

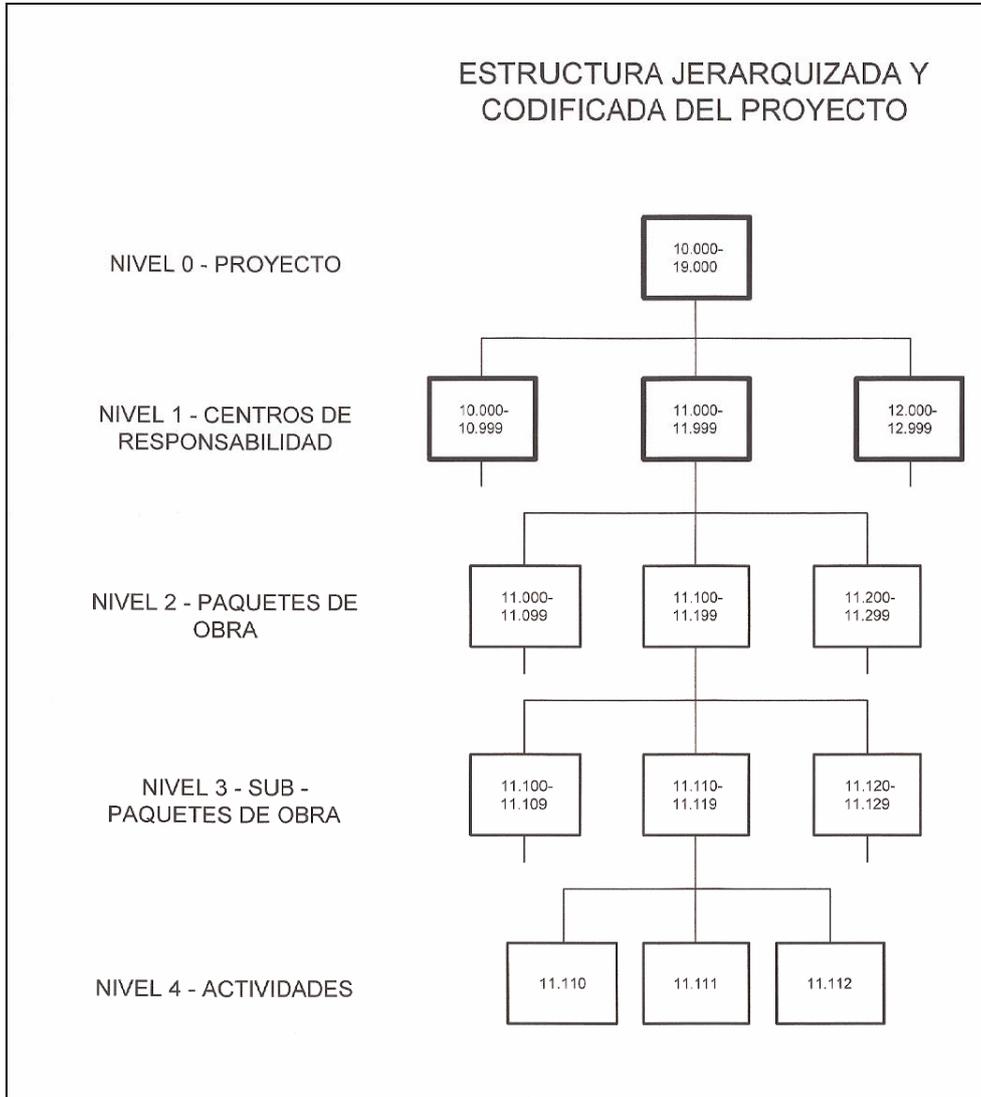
El EFTE y la planificación deben basarse en una misma estructura de quiebre (WBS), la cual es una de las actividades más importantes de ejecutar al inicio del proyecto en conjunto con el Plan de Ejecución del Proyecto, el cual indicará los tipos de contratos, que se tendrán, la participación del dueño, de externos, recursos, etc. Un buen plan de Ejecución de Proyecto, y su correspondiente WBS, asegura una buena y más fácil conducción del proyecto para hacerlo exitoso.

Si consideramos lo antes indicado del desarrollo del proyecto, vemos que el control del proyecto, es aplicable a todas las etapas de éste. El control de costo, tiempo y avance, implica un examen continuo de gastos efectivos versus presupuestados, comparación de obra física versus la planeada, para lo cual se emplearán las herramientas adecuadas a la planificación del proyecto.

Las variables costo-tiempo tienen la propiedad de ser intercambiables, se puede disminuir su duración a expensas de subir el costo y viceversa.

No es posible controlar el costo y el avance en forma global y será necesaria una revisión de cada una de las partes constituyentes del proyecto. Para este efecto conviene “quebrar” el proyecto en fragmentos. El grado de quiebre se expresará bajo la forma de niveles, tales como subproyectos, paquetes de obra y actividades

El quiebre del proyecto tendrá la forma de un árbol codificado y el tamaño de sus centros de responsabilidad, quedará determinado por su importancia (no necesariamente su costo), en el desarrollo integrado del proyecto. A continuación se presentan modelos de árboles de quiebre.



Los Proyectos Industriales de Inversión de Capital:

El proyecto nace de una idea, se transforma en un proyecto de Perfil, y con la formulación de los estudios de Prefactibilidad y Factibilidad, técnico-económica, (EFTE), se autoriza su etapa de ejecución o implementación, donde el Director del Proyecto es designado.





## **II FASES DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO**

Planificación es la primera fase de la gestión o dirección de un proyecto y es una función necesaria en todos los Proyectos.

Haciendo una comparación, planificación representa el cerebro del Proyecto, que ordena la realización de las actividades motoras, integradas a través de un proceso de organización. Esta realización de actividades es sometida a control por medio de técnicas de análisis y comparación entre valores obtenidos versus los planeados, para adoptar medidas correctivas.

Dada la íntima relación metodológica, las funciones de planificación y control deben ser examinadas en forma conjunta.

La planificación del Proyecto, está expresada bajo la forma de especificaciones básicas, programas de trabajo, presupuestos, programas de gastos y metodologías de inspección.

A su vez, la función control entrega las bases de apoyo al director del proyecto para llevar a cabo su misión de cumplir los objetivos de tiempo, costo y calidad establecidos en el Proyecto en la fase de planificación.

### **4 METODOLOGÍAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL TIEMPO**

Las técnicas de planificación y control del tiempo pueden ser agrupadas en dos categorías principales: métodos de barras y sistemas de camino crítico.

#### *Métodos de Barras:*

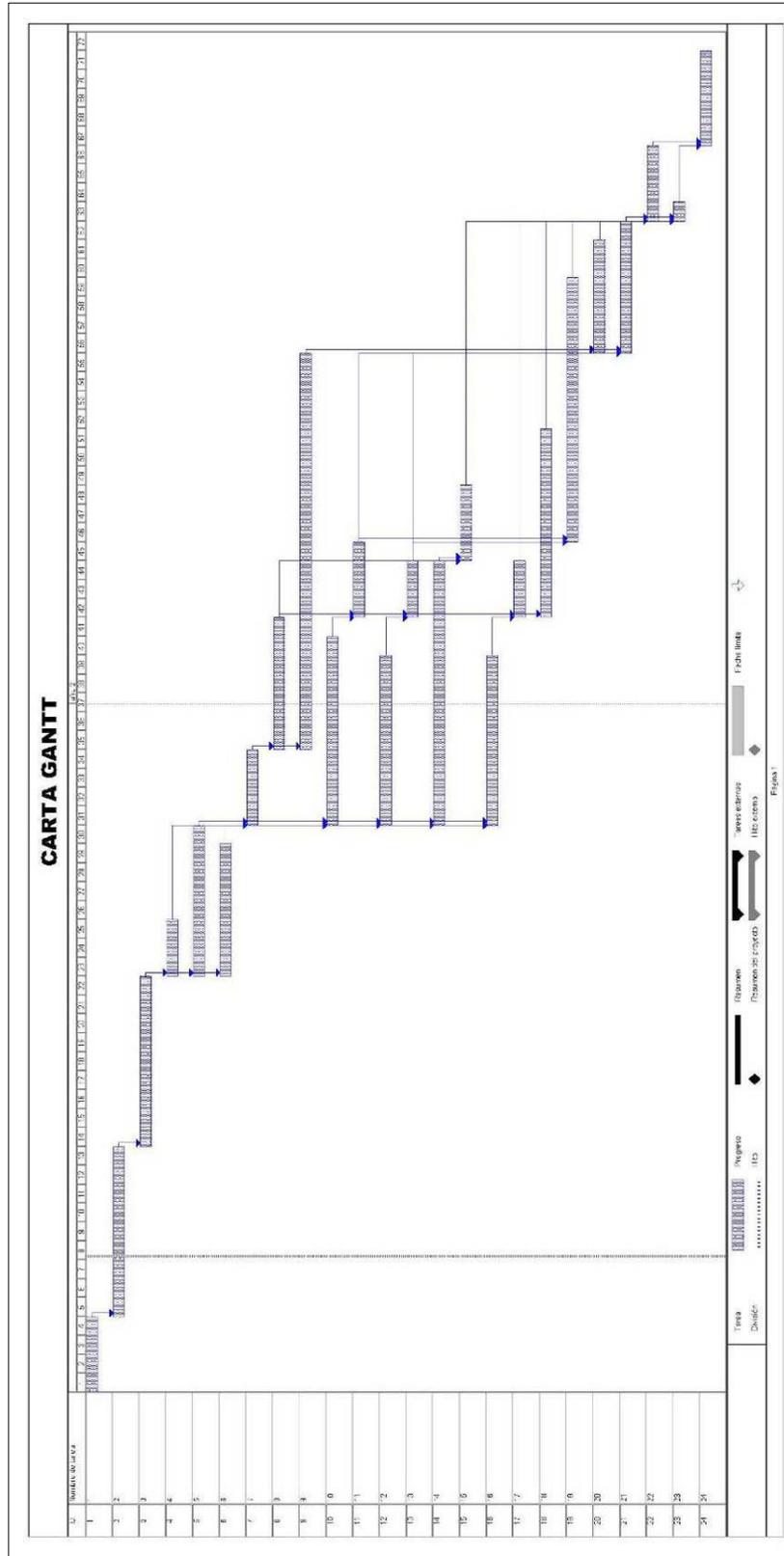
##### Carta Gantt:

Conocido desde hace largo tiempo, de aplicación universal; el nombre corresponde a su creador Henry Gantt.

La carta Gantt muestra las actividades del proyecto bajo la forma de barras proporcionales al tiempo. Cada actividad se controla dibujando sobre la barra de planificación, una barra adicional paralela, que refleja el tiempo efectivo empleado, a medida que avanza el proyecto.

Según la duración del proyecto., la unidad de tiempo puede ser día, semana, mes o año. Una carta Gantt aplicada a un proyecto de mantenimiento de pocos días, puede ser en horas.

La figura muestra la aplicación de la carta Gantt a un proyecto de 24 actividades.



Ventajas: fácil de preparar, fácil de comprender, claridad de lectura. Es útil para proyectos menores y convencionales.

La carta de hitos es una derivación gráfica de la carta Gantt, que identifica las actividades más importantes, como inicio y fin de la Ingeniería y de la construcción.

Métodos de camino crítico.

Producto de la necesidad del requisito de interrelación de desarrollo de las actividades, nace hace unos 40 años, las técnicas PERT (Program Evaluation Review Technique) y CPM (Critical Path Method), conocidas como técnicas flecha- actividad, posteriormente aparece como método de precedencia el nodo-actividad.

La diferencia esencial entre CPM y PERT consiste en que CPM utiliza un solo valor para la duración de la actividad mientras que el PERT usa tres, duración optimista (DO), pesimista (DPe) y probable, (DPr). La duración esperada se calcula con la siguiente expresión:

$$DE = \frac{DO + 4DPr + DPe}{6}$$

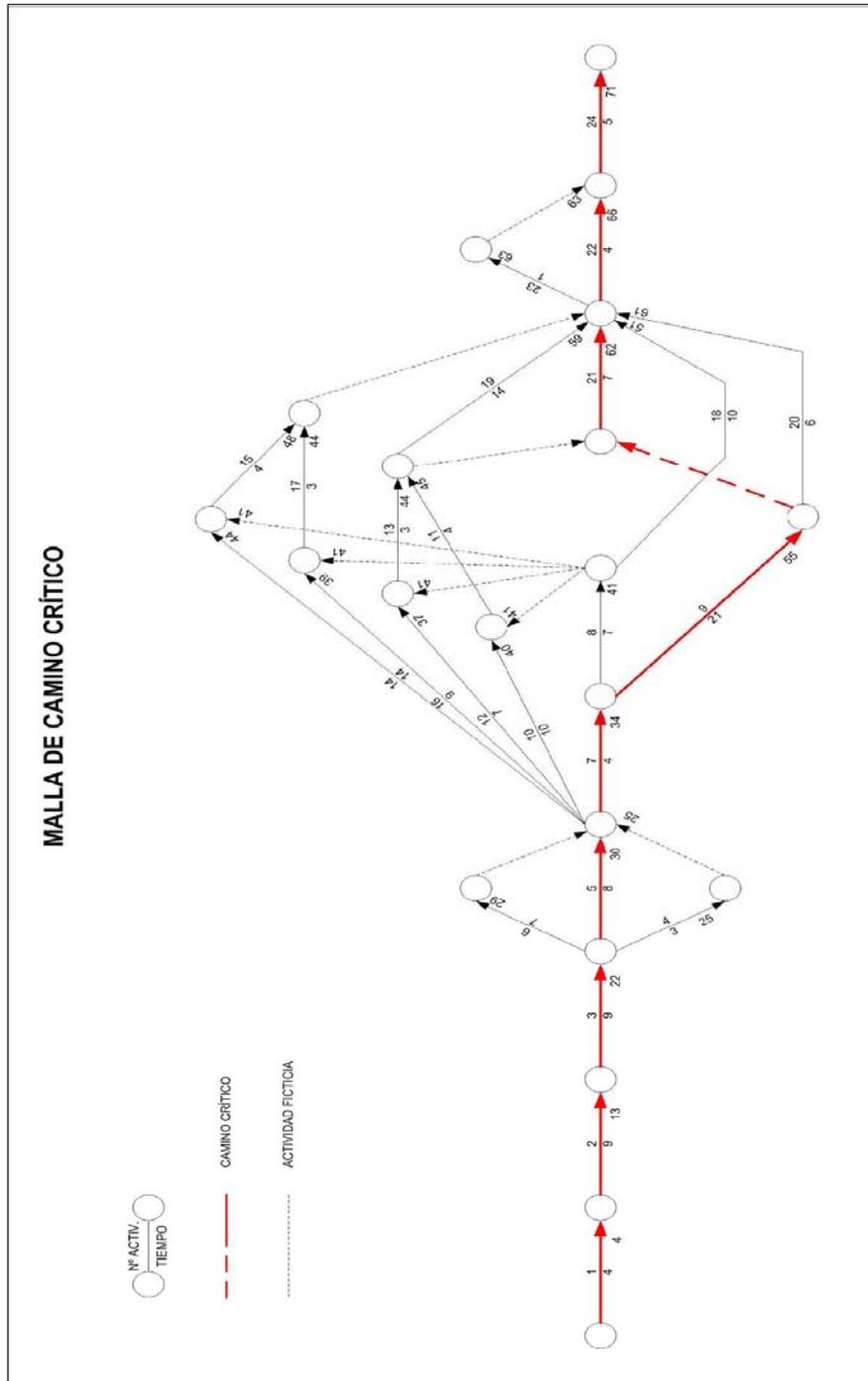
En la práctica este cálculo se omite, y deja el PERT y el CPM en planos similares de aplicación.

La construcción del diagrama se rige por las siguientes consideraciones básicas:

- La malla se basa en tabla de actividades con N° de identificación, descripción y duración, e indicación de las precedentes, necesarias para su realización.
- La malla está compuesta de actividades y nodos. La actividad tiene una duración. El nodo representa un instante.
- El N° de identificación y la duración se anota junto a la flecha.
- Pueden concurrir a un mismo nodo una o más actividades, todas las cuales son requeridas para la realización del nodo que sigue.
- Similarmente se desprende del nodo una o más actividades, cuya iniciación depende del nodo precedente.
- Existen: la Fecha más temprana de iniciación, la Fecha más tardía de iniciación, la Fecha más temprana de término y la Fecha más tardía de término.
- Una actividad puede comenzar solo cuando se ha completado el nodo precedente y debe quedar terminada para que el nodo siguiente pueda ser completado.



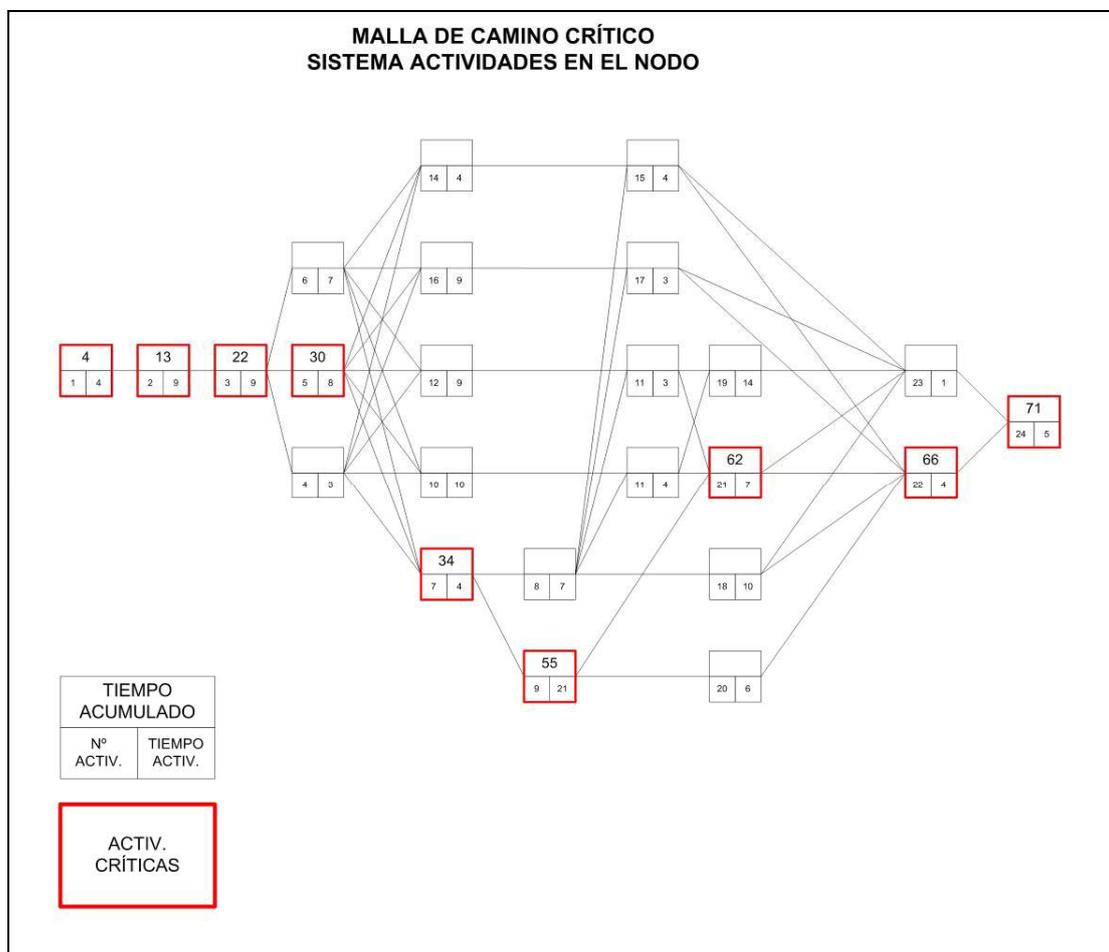
A continuación se presenta una malla CPM.



Esta malla muestra con línea llena las actividades y con línea de puntos las actividades “ficticias”, las cuales son mecanismos de conexión para identificar restricciones. Éstas tienen duración cero. La ruta que demanda el tiempo más largo, determina la ruta crítica del proyecto y sus actividades se denominan críticas.

Las otras actividades no críticas tienen “holguras” (“float”) y no afectan la ruta crítica.

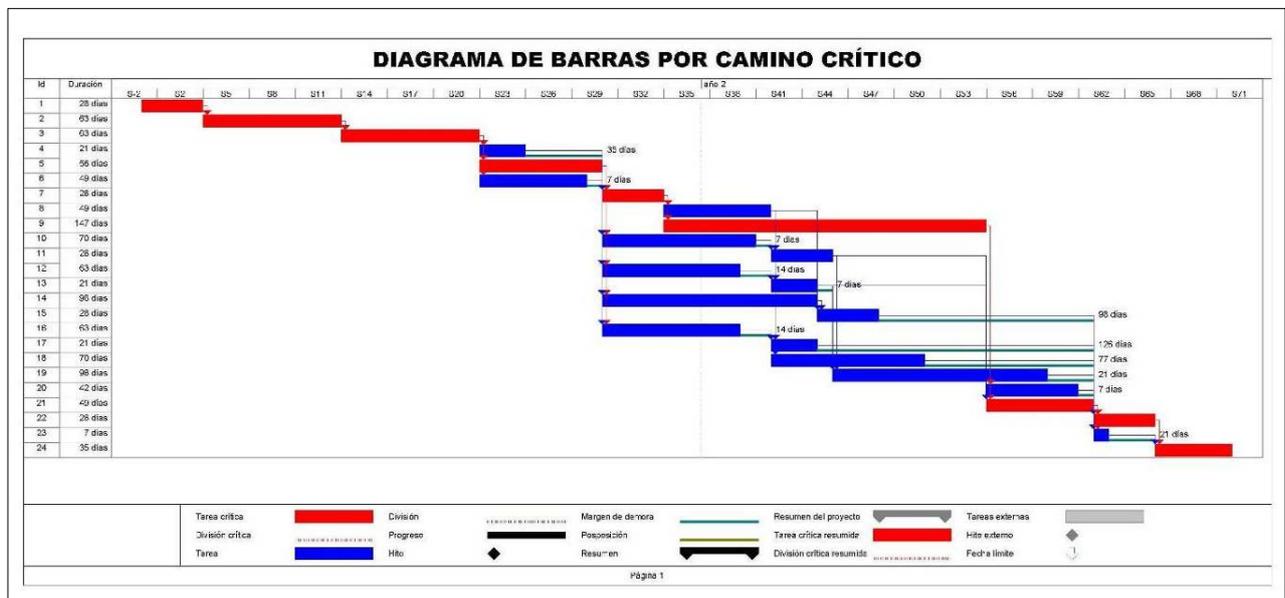
El método de Precedencia Nodo-actividad se presenta a continuación.



Este método también está basado en CPM/PERT, pero invierte la presentación gráfica de actividades y eventos. Actividad es el nodo que van unidos por líneas que indican el desarrollo de las actividades, que por convención, es en el sentido izquierda a derecha y evita la flecha. Su presentación tiene mayor nitidez que en los métodos CPM/PERT. No requiere de actividades ficticias.

Los tres métodos descritos no son adecuados como herramientas de información para los DP y jefes de obras, ya que la representación gráfica es demasiado compleja y requiere entrenamiento. Por eso se acostumbra traducir los gráficos de caminos críticos a cartas Gantt.

A continuación se presenta el método de barras por camino crítico.



El gráfico es de sencilla construcción, solo requiere formular la tabla de la lógica del proyecto con la duración e identificación de las actividades precedentes. Según la lógica del proyecto, una o más actividades son requeridas para la realización de un evento, simbolizado por una línea vertical que sirve de barrera. Una rápida lectura visual permite identificar la ruta crítica siguiendo las actividades de holgura cero.

El método es útil para presentaciones con un número limitado de actividades, (algunas decenas). Es normalmente usado para los Programas Maestros (Master Plan), para los niveles gerenciales.

Los diagramas CPM / PERT / PRECEDENCIA son de gran utilidad para el manejo detallado de la planificación y control del tiempo. Existen en la actualidad completísimos softwares, para la realización de los programas de proyectos, los más usados son el MS Project y el Primavera, siendo este último el más útil en proyectos de gran envergadura.

Existen otros métodos de planificación y control del tiempo, como el de deslizamiento (Slip Chart), que tiene por objeto medir las desviaciones de hitos. También existe el método de cadena, que es de utilidad cuando se producen cambios inesperados en fechas de ciertas actividades, que hacen que otras actividades que tenían holguras se transformen en críticas. Por ejemplo un gran atraso en la llegada de un equipo importado. Otro método que se utiliza para proyectos repetitivos como por ejemplo serie de viviendas iguales, es la técnica de balance.

Los métodos de camino crítico descritos tienen una lógica de construcción determinística\*, por esta razón estas técnicas no son apropiadas para proyectos con fuerte dosis de riesgos e incertidumbre, como son los de investigación y desarrollo. Así entonces para este tipo de proyectos se aplican procesos de tipo estocásticos\*\*. La técnica más importante de estas es GERT (Graphic Evaluation Review Technique) propuesta por Pritske en 1966. Este método reconoce diferentes tipos de nodos caracterizados por variadas características de las actividades emergentes, pero una mayor explicación escapa del alcance de este curso orientado a Proyectos de Inversión de Capital.

---

\* En Ciencias de la computación, un algoritmo determinístico es un algoritmo que, en términos informales, es completamente predictivo si se conocen las entradas al mismo. Dicho de otra forma, si se conocen las entradas del algoritmo siempre producirá la misma salida, y la máquina interna pasará por la misma secuencia de estados. Este tipo de algoritmos ha sido el más estudiado durante la historia y por lo tanto resulta ser el tipo más familiar de los algoritmos, así como el más práctico ya que puede ejecutarse en las máquinas eficientemente.

\*\* Se denomina estocástico a aquel sistema que funciona, sobre todo, por el azar. La palabra proveniente del griego: στοιχαστικός, hábil en conjeturar. Significa "perteneciente o relativo al azar" según el DRAE. Las leyes conocidas de causa-efecto no explican cómo actúa el sistema (y de modo reducido el fenómeno) de manera determinista, sino en función de probabilidades.

## **5 METODOLOGÍA PARA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS**

Esta es otra de las tareas fundamentales del DP y para ello es necesario conocer las características del sistema presupuestario.

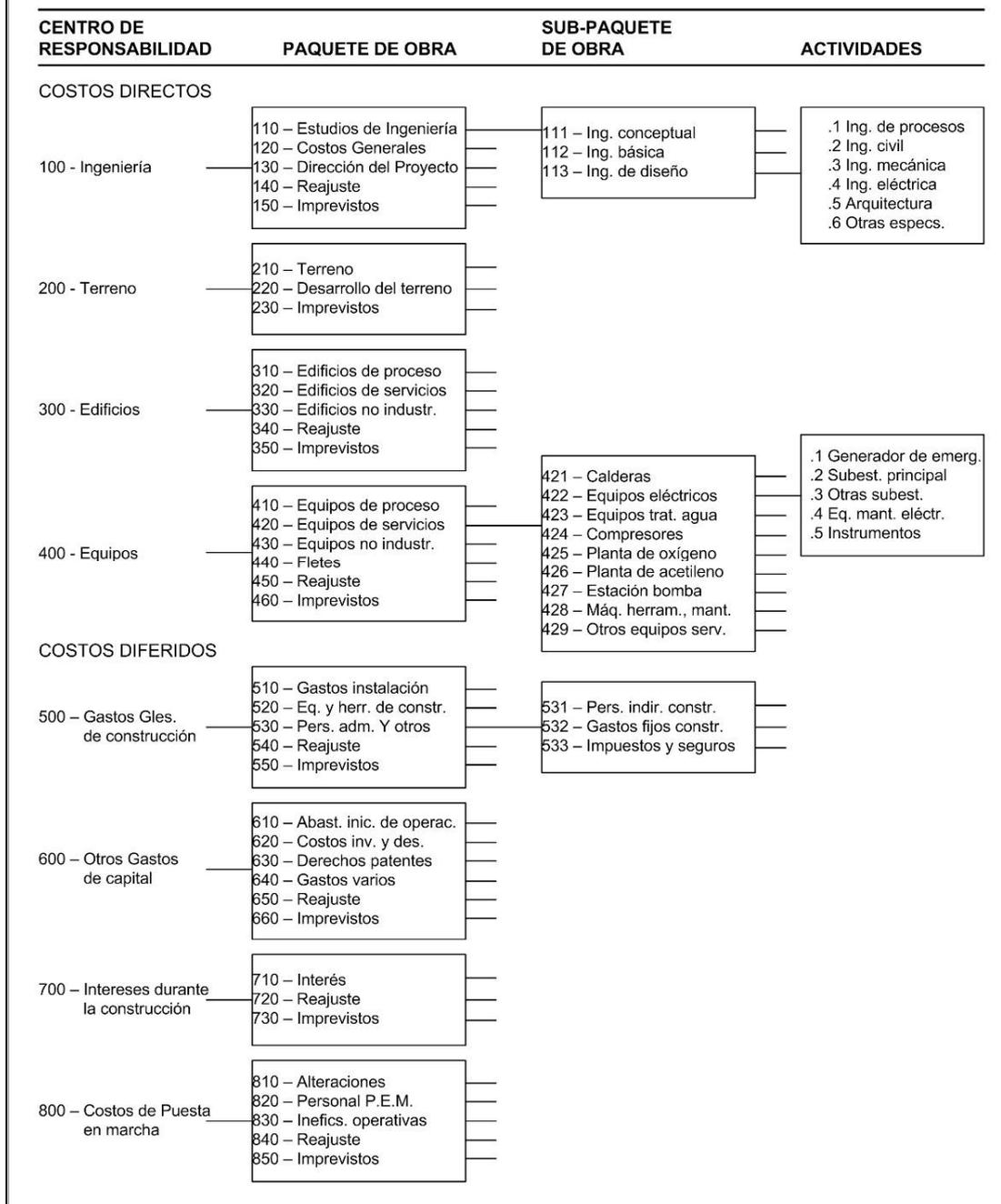
Bases para la formulación del presupuesto del proyecto.

Un buen sistema debe tener un adecuado nivel de desagregación de los elementos que lo componen. El quiebre jerárquico explicado anteriormente cumple este requisito.

El quiebre debidamente codificado, permitirá una eficiente intercambiabilidad de tiempo/costo. Idealmente el presupuesto debiera nacer en la etapa de el estudio de prefactibilidad, en base al árbol de quiebre del proyecto. En esta etapa de desarrollo el presupuesto tiene una exactitud de +/- 20 a 25%, luego en la etapa de Factibilidad al tener mas detalles de diseño y cotizaciones referenciales, la exactitud del proyecto es de +/- 15% a 20% y en su etapa de ejecución con ingeniería de detalles se tiene el presupuesto oficial con una exactitud de +/- 5% a 10%.

A continuación se presentan un ejemplo de modelos básicos para la preparación del presupuesto codificado.

**ÁRBOL CODIFICADO DE QUIEBRE – PROYECTO PLANTA DE PROCESO MODELO**



El presupuesto se descompone en centros de responsabilidades, paquetes de obra y actividades, a los cuales se les ha asignado N°s. Centro de responsabilidad: series 100, 200, etc., paquetes de obra: series 110, 120...210, 220, etc., actividades: Números 111,112,...121. 122, etc. Esta estructura debe conversar también con las actividades y quiebre del programa del proyecto y ser consecuente con el plan de ejecución del proyecto como se explicó anteriormente.

Es útil revisar cuatro componentes específicos del presupuesto, reajuste por inflación, intereses durante la construcción, costos de puesta en marcha e imprevistos o contingencias.

Reajuste se aplica si el presupuesto está en términos reales y no nominales (\$ versus UF).

Los intereses durante la construcción corresponden a los costos financieros de una inversión que aún no está en producción.

Los costos de puesta en marcha corresponden al período comprendido entre la fecha de término de la construcción y su entrega al usuario operador.

Imprevistos o contingencia es para cubrir aquellos eventos que nadie pensó que pudiesen ocurrir y que son diferentes de la exactitud del presupuesto, que cubre aquellos eventos que son posibles y comunes que sucedan. Los porcentajes de contingencia que se usan son decrecientes con el mayor grado de detalles que tiene el proyecto, así la etapa de prefactibilidad tendrá un 25% de contingencias, la de Factibilidad de 15% y la de Ejecución un 10 %.

*Criterio para la estimación de presupuestos:*

La estimación de los costos de los ítems que conforman el presupuesto depende del nivel de calidad y detalle de los estudios en que sirven de base para su conformación. Por esta razón se le debe agregar los porcentajes de exactitud (Accuracy) y contingencia (contingency), antes indicados, en las distintas etapas del proyecto.

Durante la marcha del proyecto se registrarán cambios que afectarán a sus costos, algunas de las fuentes de cambios son las siguientes:

- Cambio en las especificaciones técnicas.
- Cambio en fecha de término del proyecto
- Cambio de prioridad en asignaciones de recursos
- Reestimación de tipos y cantidades de recursos requeridos
- Cambio en disponibilidad de recursos
- Cambio en la lógica de la malla de actividades
- Revisión de las estimaciones de tiempo de las actividades
- Revisiones de estimaciones de costo de paquetes de obra
- Nuevas actividades

Normalmente estas fuentes están ligadas a la calidad de los estudios de ingeniería.

Formulado el presupuesto es necesario preparar un programa de gastos correspondiente, el cual es la guía para la planificación de la obtención de los recursos financieros. Normalmente, la responsabilidad de proporcionar oportunamente los fondos requeridos recae en la Gerencia de Finanzas de la empresa.

El programa de gastos depende del programa de ejecución y del presupuesto, los cuales están basados en el quiebre del proyecto como se ha visto anteriormente. Paralelo con esto es importante que el DP realice el Plan de Ejecución del proyecto, (PEP), que es el documento que guiará todas las actividades del proyecto y la estructura de su organización, en donde quedarán establecidas las formas de contratos, responsabilidades, comunicaciones, etc, etc. El mínimo estándar del contenido de un plan de ejecución de un proyecto resumido es el siguiente:

Introducción, contexto y estructura

Definición de la misión

1. Organigrama de Proyecto
2. Personal
3. Planes de gestión y Enfoque del proyecto
4. Gestión de controles
5. Sistemas Informáticos y de Comunicaciones
6. Construcción
7. Aspectos comerciales y administrativos
8. Término del proyecto
9. Auditorías
10. Revisión de pares.

Apéndices.

Como hemos visto las actividades del proyecto pueden desplazarse dentro de su tiempo de holgura. Esta condición permite preparar distintos programas de gastos, comprendidos entre las fechas más tempranas y más tardías del programa sin afectar la duración del proyecto. Teóricamente, la condición “inicio tardío” permite postergar los desembolsos y por lo tanto disminuir el costo total por menor impacto de los costos financieros. Un programa basado en lo anterior sería equivocado ya que obliga a colocar todas las actividades en condición de inicio tardío, eliminando los tiempos de holgura, transformándolas en críticas, dejando con altos riesgos de atraso al proyecto.

## **6 MÉTODOS DE ASIGNACIÓN E INTERCAMBIABILIDAD DE RECURSOS**

Un proyecto consume recursos de diverso tipo los cuales se pueden agrupar en las siguientes categorías: Humanos, Físicos y Monetarios.

Las características principales de los recursos de proyectos y otras consideraciones para su análisis son:

- Condición de intercambiabilidad entre sí y con el tiempo, el cual es considerado como un recurso adicional.
- Son limitados, por lo que es necesario distribuirlos de acuerdo a criterios de eficiencia de asignación.
- La estructura organizacional y sistema de contratos seleccionados, determinarán los niveles de autoridad de los recursos humanos. (DP, Jefes Funcionales, etc.)
- En sus relaciones internas el DP tiene plena autoridad en organización de tipo puro, debe compartirla con jefes funcionales en la matricial y está comprometido en el esquema semipuro.
- Las relaciones de autoridades en el caso de proyectos o partes de proyectos realizados con la participación de firmas extranjeras estarán reguladas según contratos. En una suma alzada la empresa demandará mayor independencia de decisión, en tanto en contrato por administración el DP tendrá una participación más activa de toma de decisiones.

Los recursos humanos utilizados son de nivel gerencial, funcional, profesional especializado y laboral. La demanda de consumo adopta la forma de la conocida curva “S”.

Los recursos físicos están constituidos por equipos y materiales para las obras de construcción y equipos e instalaciones del proyecto en sí.

Los recursos monetarios se requieren para financiar el costo de los recursos humanos y físicos. El problema de financiamiento es responsabilidad de la función finanzas. Un programa de trabajo solo es factible si tiene financiamiento. Los financiamientos provienen de los propios recursos de la empresa usuaria.

De lo revisado anteriormente se concluye la necesidad de tener una metodología adecuada para la utilización de los recursos eficazmente. Los métodos utilizan las propiedades de intercambiabilidad y ruta crítica que afecta a los proyectos.

*Histograma de asignación de recursos:*

Resuelto el sistema de quiebre del proyecto y su PEP, se preparará la malla lógica preliminar con la duración de sus actividades bajo condiciones normales de recursos.

Hay algunos recursos que son críticos, por ejemplo especialistas que son demandados simultáneamente por varias actividades en cantidades superiores a las utilizables. Entonces debemos ajustar la malla a las condiciones reales de su disponibilidad, sin afectar la ruta crítica.

Para lo anteriormente dicho, se recurre al uso de la flexibilidad de tiempo de las actividades no críticas, reubicando el recurso crítico dentro de las respectivas holguras. Hoy hay softwares para resolver esto en grandes proyectos. (CAM, manufactura Asistida por el Computador)

*Método de intercambiabilidad tiempo-costo:*  
(“Trade-Off”, negociación entre distintos criterios)

Normalmente es posible disminuir algo la duración del proyecto a expensas de un mayor costo (ejemplo: Sobre tiempo). Un proyecto programado para un tiempo mínimo requerirá un presupuesto más elevado que para un plazo normal.

El DP requiere la información de costos relativos a duraciones de las actividades del proyecto.

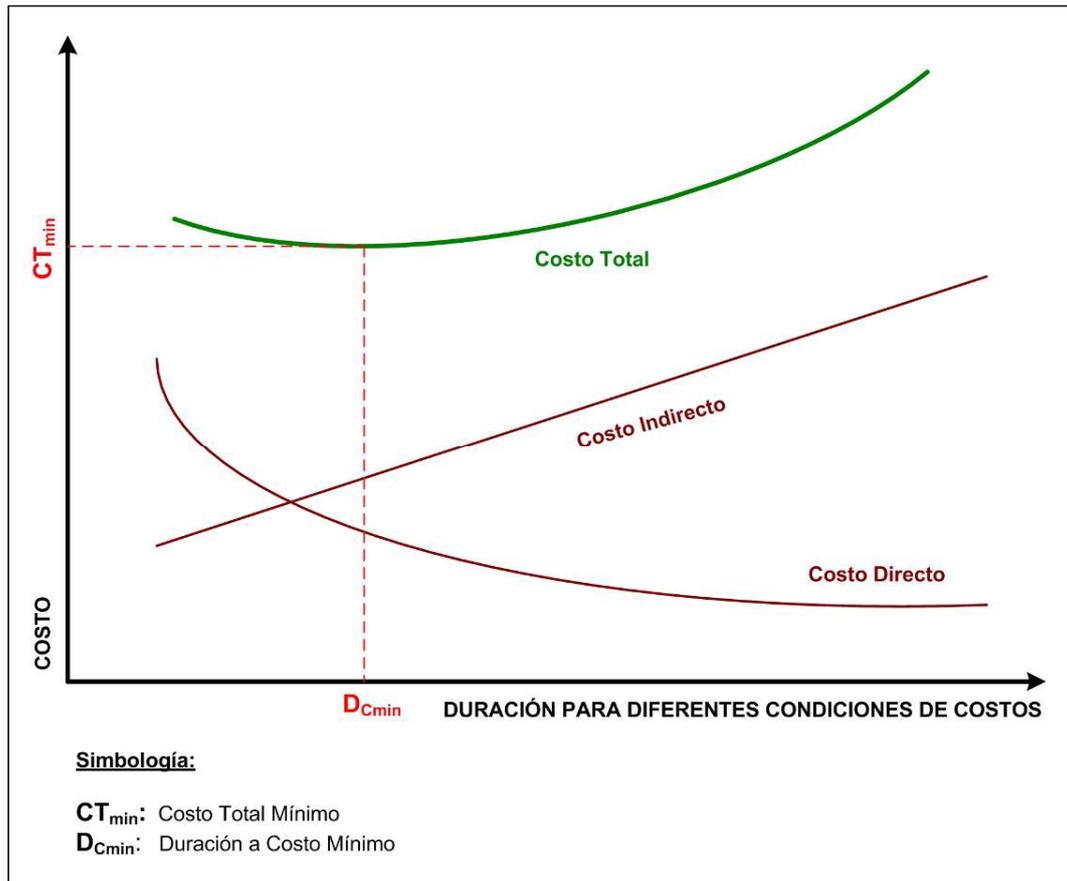
No es posible optimizar ambas variables simultáneamente, pero se puede minimizar costo con la limitante de duración máxima dada o minimizar tiempo con presupuesto con tope superior.

*Tipos de costos:*

- Directos. Proporcionales a la cantidad de obra, (Equipos, M. de O., materiales)
- Indirectos: Proporcionales a la duración del proyecto, (DP)

Curvas de Costos:

A continuación se muestra una descripción gráfica del método de intercambio tiempo-costo



La curva inferior CD, es asintótica respecto al eje de Y (costos) y tiende a partir de un tiempo T normal, a una horizontal al eje X (Tiempo). Toda reducción de tiempo a la izquierda de T es a expensas de mayor costo. (“crashing”, compresión).

La curva intermedia muestra la tendencia de los costos indirectos. No es lineal, ya que existen costos fijos por solo una vez, (Instalación de faenas). Normalmente de poco significado porcentual en el presupuesto. Pueden ser representados por una horizontal.

La curva superior es la suma de CD y CI, que adopta la forma de “U”, que muestra entonces un costo mínimo para una cierta duración del proyecto. Orienta al DP su decisión de intercambio, si la meta es presupuesto más bajo posible o si la meta es el mínimo plazo posible actuará sobre las actividades críticas. Existen softwares para estos ejercicios.

## **7 MÉTODOS DE CONTROL COMBINADO TIEMPO-COSTO-AVANCE**

En un proyecto es necesario el uso de técnicas para medir el avance de la obra para compararlo con los puntos respectivos de la curva de planificación tiempo-costo y adoptar las decisiones correctivas aconsejables.

Hay muchos criterios para medir el avance, el más usado es expresar el avance de la obra en horas- hombre, (HH), programados y comparar el número real consumido contra ese patrón. O bien comparar el monto de \$ gastados contra el programa de gastos o presupuesto. Ambos no aceptables ya que no miden el avance real del proyecto.

La correcta medición se basa en conocer tres valores en un instante  $T^1$  de inspección:

- a) Valor presupuesto del trabajo planeado (VPTP): Dependen del presupuesto
- b) Valor Presupuesto del trabajo realizado (VPTR): Dependen de medición de cantidad de obra.
- c) Costo efectivo del trabajo realizado (CETR): Dependen de medición de cantidad de obra.

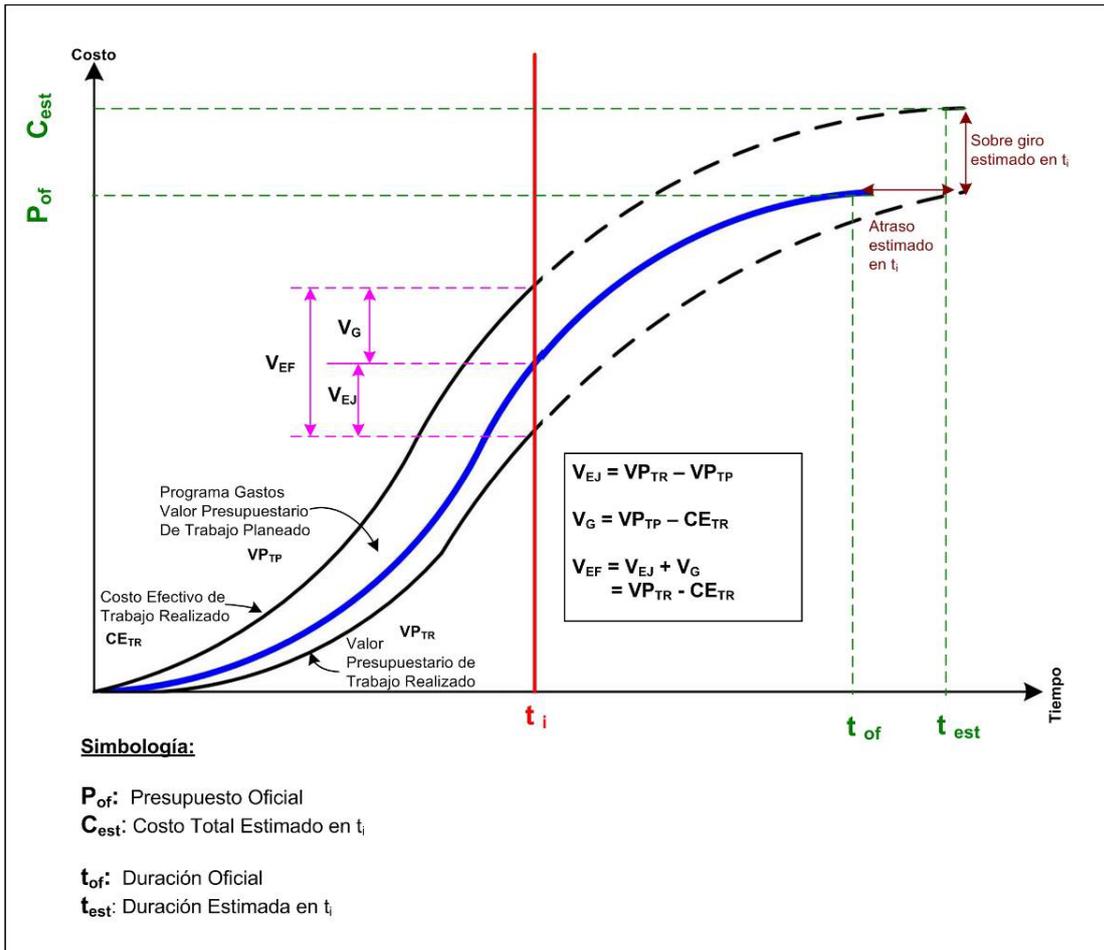
La medición del avance se encontrará necesariamente en una de tres situaciones. La actividad ha sido completada, no ha sido iniciada o se encuentra en progreso.

La secuencia obligada por la relación de precedencia, limita un bajo porcentaje de actividades en progreso y por lo tanto también en costo respecto del presupuesto total.

El problema de imprecisión de la medición del avance se limita al examen de las actividades en progreso. Las completadas se determinan por su costo efectivo y las no iniciadas por su valor en el presupuesto. Además muchas actividades su costo se expresan en unidades de obra física HH, M3, M2, etc. cuyo avance es fácil medir porcentualmente. Lo anterior se puede aplicar a cualquier nivel de desagregación del proyecto y de ello dependerá el mayor o menor error probable de medición del avance.

Método PERT/COSTO:

A continuación se muestran las curvas PERT/costo, para comprender la aplicación de la metodología.



- Curva intermedia: Presupuesto del trabajo planeado (VP<sub>TP</sub>)
- Curva inferior: Presupuesto trabajo realizado (VP<sub>TR</sub>)
- Curva superior: Costo efectivo trabajo realizado (CE<sub>TR</sub>)

VP<sub>TP</sub>, sirve de patrón. Se construye con el programa de gastos del proyecto. El punto final de la curva corresponde al presupuesto total de la obra.

VP<sub>TR</sub> y CE<sub>TR</sub>, se construyen a medida que avanza el proyecto.

VP<sub>TR</sub> significa el costo acumulado según presupuesto de los trabajos efectuados.

$CE_{TR}$  representa el costo efectivo acumulado o gastos efectuados correspondientes a los trabajos realizados. La información la entrega el departamento de finanzas, normalmente en forma mensual.

Líneas llenas de  $VP_{TR}$  y  $CE_{TR}$ , representan costos acumulados a la fecha  $T^1$  de la inspección. Las líneas de puntos son la mejor estimación de la obra a completar.

$CE_{TR}$  indica que en la fecha  $T^1$  de inspección se prevé un sobregiro y un atraso de la obra con respecto al presupuesto y plazo originales, respectivamente. Siempre es conveniente comparar el avance de la obra con los valores planeados para tomar las medidas correctivas necesarias. Esta comparación identificará tres tipos de desviaciones:

- Variación de ejecución ( $V_{Ej.}$ ), mide diferencia entre  $VP_{TR}$  y  $VP_{TP}$ .
- Variación de gastos, ( $V_G$ ): Diferencia  $VP_{TP}$  y  $CE_{TR}$ .
- Variación de eficiencia, ( $V_{Ef}$ ): presenta una fotografía combinada de las variaciones anteriores (suma algebraica). El caso presentado en el gráfico es la situación más seria de un proyecto. Se podrá disminuir parcialmente el mayor costo a expensas de un mayor plazo. A la inversa si la meta prioritaria es el plazo, se podrá recurrir a la compresión (“crash”).

PERT/ costo tiene impulsores y detractores, unos celebran su estructura conceptual y los otros critican exceso de tiempo para su aplicación. Originalmente PERT/Costo la adoptó el Ministerio de Defensa de USA y era requisito obligatorio en sus propuestas. Ante muchas quejas de los contratistas aparecieron las normas C/SCSC, (“Cost Schedule Control System Criteria”).

PERT/ Costo conceptualmente es inobjetable, su problema es la aplicación, pero se puede aliviar con programas computacionales y empleo de algunas reglas heurísticas<sup>\*\*\*</sup> de decisión.

El poder de decisión del DP está limitado a acciones sobre la obra por realizar no comprometida. Por esto es conveniente superponer a la curva de costo efectivo de trabajo realizado ( $CE_{TR}$ ), una curva que agregue a ésta los costos comprometidos, dejando una expresión más realista de la situación del proyecto.

---

\*\*\* Heurística: Capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines.

### **III FASE DE ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO**

Esta fase comprende: Determinación de la estructura organizacional vistas anteriormente.

Formalización de los procedimientos de aplicación de la metodología de planificación y control del tiempo, costo, avance y asignación de recursos, antes presentada.

Determinación de trabajos “en casa” y mediante contratistas, con especificación de políticas contractuales (PEP).

Preparación de los sistemas de coordinación, y comunicaciones. (PEP)

### **8 CONTRATOS Y CONTRATISTAS**

El DP debe cumplir los objetivos de costo, plazo y calidad de proyecto y para ello podrá usar recursos “en casa”, (Dptos. Funcionales) o externos, (Contratistas) y si decisión debe estar dirigida a evitar duplicidad del uso de recursos.

Para lograr equilibrio se proponen los siguientes criterios:

- Competencia técnica (calidad)
- Experiencia
- Disponibilidad de recursos humanos calificados
- Disponibilidad de recursos físicos (equipos de construcción)
- Plazo para completar la obra
- Costo
- Restricciones operacionales
- Confidencialidad del proyecto u obra
- Facilidad de comunicaciones.

El DP deberá analizar ventajas y desventajas de contratos en casa o a través de contratistas, según los criterios antes nombrados, y siempre establecerá un contrato entre cliente y gestor /ejecutor, aunque sea en casa. Y se dejará constancia de especificaciones, plazos y precios que corresponden a las metas básicas del proyecto.

Los proyectos son un subsistema del sistema empresarial y sus objetivos, metas y estrategias, dependen de los objetivos metas y estrategias de la empresa.

Los principios ideales que deben inspirar los criterios de formulación de contratos son:



- Estar basados en un reconocimiento mutuo de honestidad de las partes.
- Estar caracterizado por la aplicación de condiciones equitativas mutuas.
- Estar orientado a la aplicación de fórmulas que representen comunidad de objetivos e intereses de las partes.

#### Tipos de contratos:

Están determinados por el alcance del contrato y la forma de precio y pago.

Alcance (“scope of work”), puede ser expresado como total o parcial.

A continuación se indican distintos tipos de contratos:

- Ejecución directa por el dueño (en casa):

El dueño ejecuta el proyecto o partes de él, con recursos propios, tanto de mano de obra como equipos de construcción. No intervienen contratistas externos con la excepción de algunos subcontratistas de servicio de apoyo.

Puede el dueño contratar al personal y transformarse en su propia empresa constructora, normalmente las minas pueden hacer caminos, movimientos de tierra y hormigones, dependiendo de sus instalaciones. También se justifica cuando el dueño, por razones estratégicas, no desea la intervención de otras empresas.

- Método Tradicional:

Consiste en la ejecución paso a paso sin traslapo entre las etapas: primero el estudio de perfil del proyecto, luego la etapa de Prefactibilidad con la ingeniería conceptual y evaluación económica, luego la de factibilidad (puede requerir documento bancable) con su ingeniería básica, luego la de ejecución ingeniería de detalles, luego las adquisiciones y la construcción y finalmente la puesta en marcha. Esto se ocupa cuando el objetivo del plazo no es prioritario, se puede hacer todo por el dueño (recursos propios) o parte llamando a licitación a terceros, usando diferentes tipos de contratos; Precios Unitarios (Ingeniería y Construcción no totalmente definidas), máximos garantizados (Ingeniería no totalmente definida, pero con presupuesto definido), Llave en mano (proyectos muy especializados y con transferencia de tecnologías), administración delegada (Mucha confianza en contratista) y Suma alzada (proyectos bien definidos).

- EPCM (Engineering, Procurement, Construction Management) Ingeniería, Adquisiciones y Administración de la Construcción:

El contratista normalmente ejecuta la etapa de Factibilidad con Ingeniería básica, y la etapa de Ejecución con ingeniería de detalles, compra equipos y materiales representando al dueño, llama a propuestas y administra la construcción, hace la puesta en marcha capacitando a los operadores del dueño y entrega las instalaciones produciendo. Requiere de inspección técnica del dueño.

- EPC (Engineering, Procurement & Construction) Ingeniería, Adquisiciones y Construcción:

Esto similar al EPCM con la diferencia que el contratista es el que construye con sus propios recursos. Los plazos son más cortos porque se evitan los llamados a propuestas de construcción. Normalmente se hacen Joint Ventures, entre empresas de ingeniería y empresas constructoras (Ej. Bechtel/BSK). Requiere una inspección técnica del dueño mayor que la del EPCM.

Estos dos últimos métodos se pueden hacer con el sistema "vía rápida", (Fast Track), que consiste en ejecutar en forma paralela todas las actividades del proyecto que así lo permitan, y principalmente iniciar la construcción del proyecto cuando hay un avance del orden del 30 % de la ingeniería de detalles, con planos emitidos para construcción (IFC). Las normas de CODELCO permiten hacer este tipo de contratos siempre que esté ejecutada y aprobada la etapa de Factibilidad, se recomienda solicitar algunas disposiciones especiales, dado que es necesario para el éxito del sistema, una rápida toma de decisiones.

- EPC Llave en mano:

Es similar al EPC, se usa en proyectos de alta especialidad y con transferencia de tecnologías, no requiere de inspección del dueño, tiene desventajas en operatividad, constructibilidad, estandarización de repuestos, posibilidades de expansión.

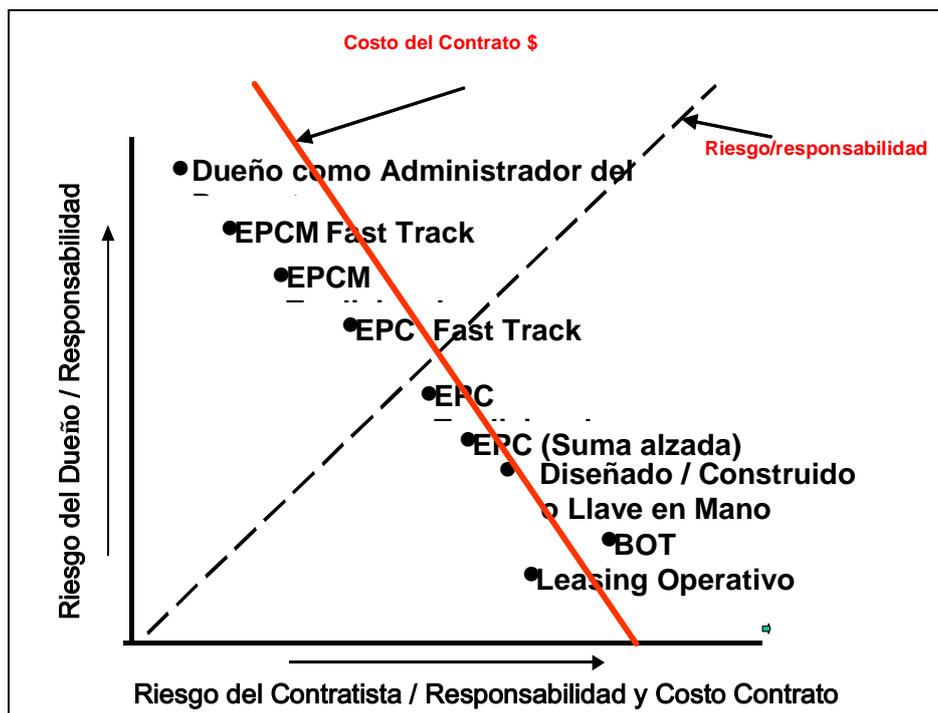
- BOT (Built, operated & Transfer):

En este tipo de contrato el contratista construye tipo EPC pero además opera con su gente y cuando el proyecto está en operación a régimen normal lo transfiere al dueño con operadores incluidos.

- Leasing Operativo:

Es una modalidad de ejecución en la cual se licita un paquete que incluye la ingeniería, el suministro de materiales y equipos, la construcción, la puesta en marcha y la operación por un período de tiempo determinado. El dueño a cambio paga una tarifa por unidad del servicio ofrecido, aplicada a la cantidad de servicios ofrecidos, genera una facturación a favor del contratista en forma periódica. Este es el único pago a que el dueño está obligado, debiendo el contratista hacerse cargo de los costos de inversión y de operación durante el período de tiempo determinado en el contrato.

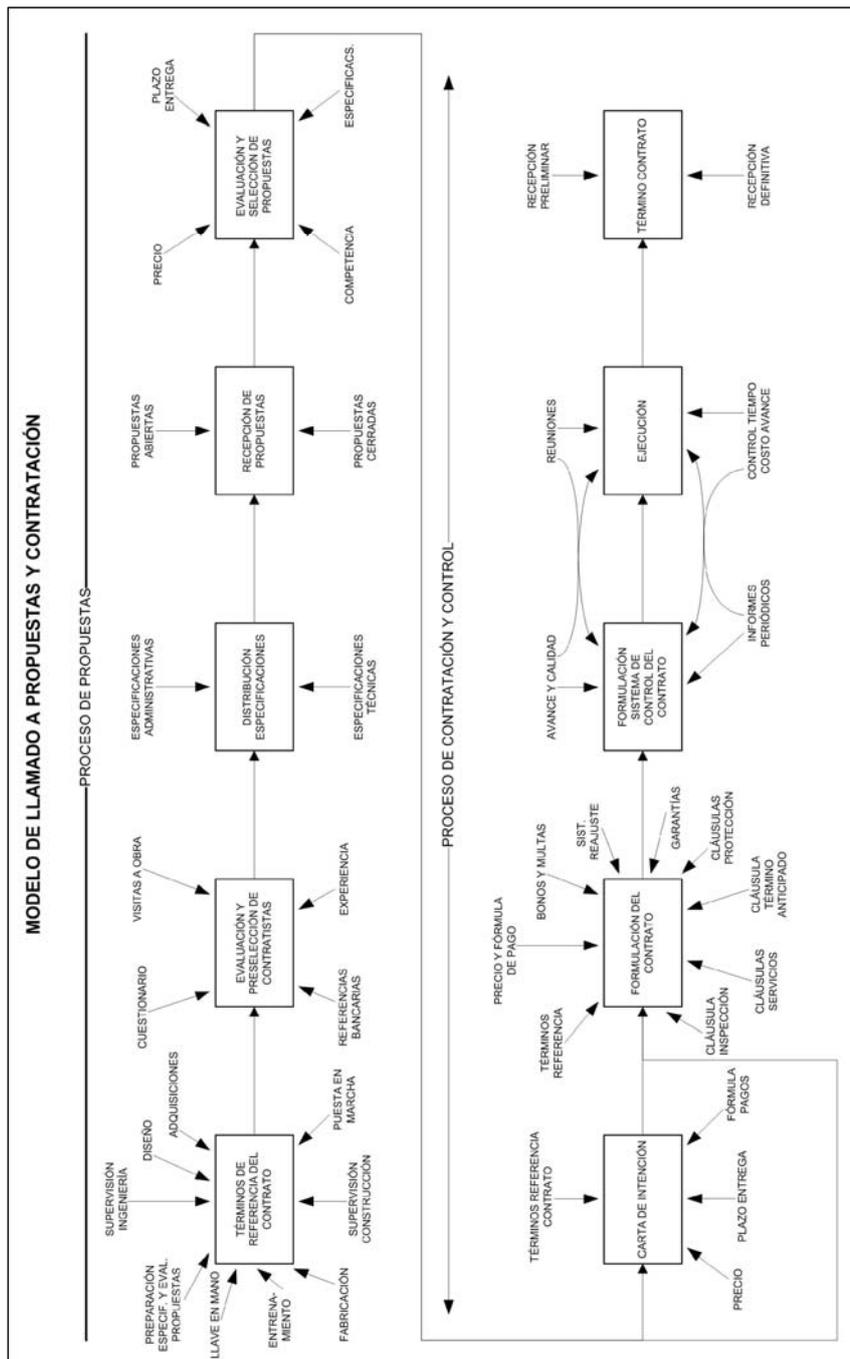
A continuación se presenta un gráfico que indica como se distribuye la responsabilidad y el riesgo, entre el dueño y el contratista, dependiendo de la modalidad de contrato. Además se ha incluido la curva que muestra como el riesgo que asume el contratista influye en el costo del contrato dependiendo de la modalidad que se adopte.



El proceso de la formulación contractual:

Consta de dos partes: Petición y asignación de propuestas, y contratación.

El proceso se presenta ilustrado en el gráfico siguiente:



El primer paso del proceso es definir los términos de referencia de la obra por contratar, con su alcance y especificaciones. Contrato por obra total es encargado a un contratista general, quien asume la realización de la mayor parte de los paquetes de obra.

El paso que sigue es la evaluación y preselección de contratistas calificados. Normalmente el dueño utiliza matrices de comparación con las variables de competencia técnica, experiencia, resultados obtenidos, historia financiera, personal clave, carga de trabajo actual, y disponibilidad de recursos humanos y físicos. Y sistemas de planificación y control en uso.

La apertura de la propuesta puede ser pública o privada. La pública es más transparente, pero se tiende a otorgar el contrato al oponente más barato, por presiones externas. En general las empresas públicas emplean este método por razones de transparencia contractual.

Las empresas privadas y algunas gubernamentales autónomas, tienden a utilizar la propuesta privada. Normalmente por invitación a empresas conocidas de prestigio y serias, ya que se les entregan documentos confidenciales que no pueden ser conocidos por las empresas competidoras.

El paso final de la primera parte es la definición del contratista adjudicado, según la evaluación. Algunas empresas acostumbran a separar la evaluación técnica de la económica otorgándoles ponderaciones a cada proposición.

Para el proceso de contratación, normalmente, los abogados de las partes redactarán el contrato de acuerdo con el alcance y condiciones convenidas. Esta actividad puede demandar varios meses y con el fin de acelerar la iniciación de los trabajos se suele ocupar la “carta de intención” o “carta de pronto inicio”, con valor legal limitado.

Los contratos son instrumentos de efecto legal y deben tener cláusulas que aseguren el desarrollo de la obra si problemas de malos entendidos. Las cláusulas se pueden agrupar en cinco categorías: Cláusulas básicas: Alcance, precio y plazo, cláusulas de servicios, conviene tareas adicionales optativas para el cliente, cláusulas de puesta en marcha, para garantizar la eficiencia de los procesos, producto y obra física, cláusulas de protección para prevenir cambios de alcance y otros y las cláusulas de terminación de la obra en condiciones normales y forzadas.

Una vez formalizado y firmado el contrato por las partes, se requiere establecer los sistemas de control de desarrollo de la obra. En el caso de contratos a suma alzada, el contratista deberá llevar un control riguroso de tiempo, costo, avance y calidad, y el cliente establecerá adecuados mecanismos de inspección. En contratos por administración delegada el cliente asume la responsabilidad de los costos, por lo tanto deberá cuadruplicar el control. Paralelamente se formularán los sistemas de información y de comunicación que aseguren un buen entendimiento entre las partes.

El término del contrato comprende la recepción de la obra por parte del cliente. Se procederá a una recepción preliminar y dependiendo del tiempo convenido según la cláusula de garantía, se procederá a la recepción final.

## **9 COORDINACIÓN, COMUNICACIONES E INFORMACIÓN**

Los procedimientos de coordinación, comunicaciones e información, quedan determinados por las relaciones de autoridad que ligan a los diferentes participantes en el proyecto.

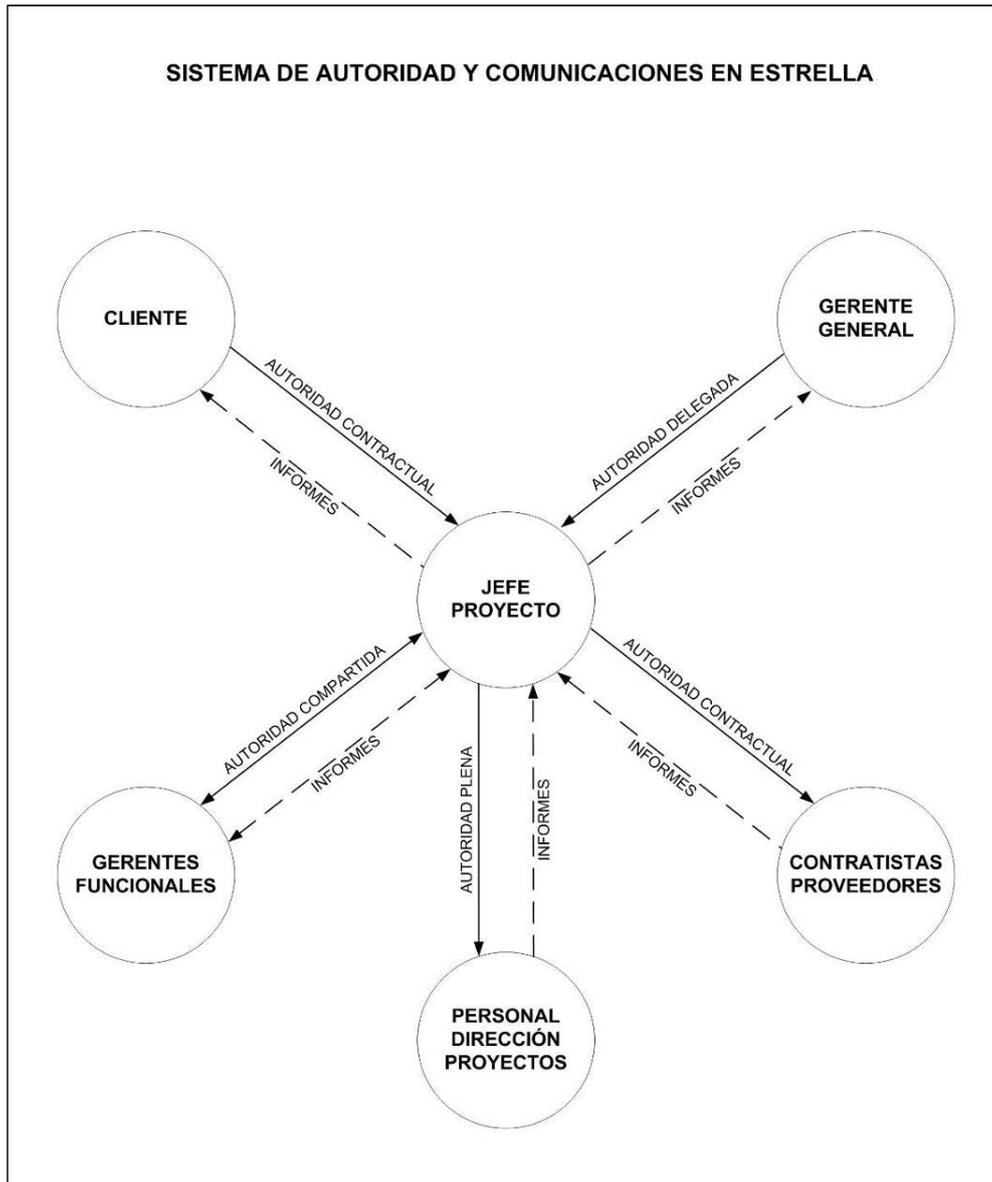
El DP del dueño mantendrá comunicaciones con cinco tipos de participantes:

- Jefe superior inmediato del DP (GG)
- Cliente (Producción normalmente)
- Jefes de Dptos. Funcionales
- Personal de la dirección del proyecto
- Contratistas y proveedores.

El DP del contratista se comunicará con:

- Jefe superior inmediato
- Cliente (DP dueño)
- Departamentos funcionales de la empresa contratista y del dueño
- Personal subalterno
- Subcontratistas

A continuación se presenta un gráfico bajo la forma de diamante estrella que muestra las relaciones de autoridad y comunicaciones para organizaciones matriciales y semipuras.



La figura es auto-explicativa en cuanto a las relaciones de autoridad y entrega de información.

Matriz de responsabilidad de línea:

Para evitar zonas de disputa entre DP y jefes funcionales, conviene definir las atribuciones de los participantes. Un mecanismo útil es la Matriz de Responsabilidad de Línea, adecuada para organizaciones de tipo matricial y semipuro.

La preparación de la matriz está guiada por la información de la fase de planificación, el sistema organizacional y las áreas de autoridad del proyecto. En el eje de las Y de la matriz se ubican las actividades principales de desarrollo del proyecto y en el eje de las X, el personal clave del proyecto. Luego se le asignan los tipos de decisiones identificándolas como R: Recomendación; N: Debe ser notificado; A: Aprobación General; a: Aprobación parcial o limitada y Ejecución: E.

Ejemplo resumido:

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Gerente General.</b>	<b>DP</b>	<b>Jefe funcional. Ingeniería</b>	<b>Jefe Funcional, Adquisiciones</b>
<b>Objetivos</b>	A	R		
<b>Estructura de quiebre</b>	N	A	a	
<b>Presupuesto</b>	A	R	A	a

Sistemas de coordinación y comunicaciones:

Los documentos de comunicación de un proyecto son fundamentalmente, manuales, documentos de planificación, ingeniería, abastecimiento, construcción, control y administrativos. Paralelamente están las comunicaciones orales, informales, horizontales y diagonales.

El manual del proyecto tiene por objeto consolidar toda la información disponible y regular sus condiciones de aplicación.

Durante el desarrollo del proyecto se emitirán informes de avance para conocimiento de la administración superior, DP, etc.

Básico es usar softwares para los sistemas de información en dirección de proyectos para la ruta crítica en grandes proyectos de inversión, ya que hacerlos manualmente es impracticable. (MS Project; Primavera).

El sistema de información debe satisfacer las necesidades determinadas por el tipo de organización adoptado, la estructura de quiebre y el programa del proyecto.

## **IV ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

Esta etapa es secuencial con la etapa de Factibilidad, aquí ya está tomada la decisión de invertir, y se desarrolla las fases de Ingeniería de detalles, las adquisiciones de equipos y materiales para las instalaciones del proyecto, la construcción y montaje y la puesta en marcha, (PEM). Estas actividades son secuenciales, pero normalmente traslapadas parcialmente. Como se indicaba anteriormente, se puede comenzar la construcción con aproximadamente un 30% de la Ingeniería de detalles aprobada para construcción y a ello se le denomina “vía rápida”, (“fast track”), la cual es aplicable a los proyectos que la variable tiempo tiene prioridad. Durante el desarrollo de esta etapa se realiza un permanente flujo iterativo de información. (Ej.: Planos vendor certificados). El proceso estará permanentemente sometido a control de tiempo-costo-avance-calidad, con las herramientas que se han indicado anteriormente.

### **10 INGENIERÍA DEL PROYECTO**

La función ingeniería es fundamentalmente creativa. Está presente en las etapas de prefactibilidad, de Factibilidad y de Ejecución. Nace como consecuencia de la concepción de la idea de un producto o proceso. Esencialmente tiene por objeto definir los parámetros técnicos y económicos del producto o proceso y, apoyados en ellos diseñarlos y construirlos.

Las principales actividades de la ingeniería de un proyecto son: Preparación de especificaciones técnicas, cálculos de balances de materiales, energéticos y otros, planos de ingeniería conceptual, básica y de detalles, preparación de listas de materiales y dirección del proyecto.

La ingeniería conceptual estudia diferentes alternativas de solución del proyecto, llegando a “congelar”, en lo posible una alternativa, para tomar la decisión inicial de invertir con un EFTE, para pasar a la etapa siguiente de Factibilidad, en donde se desarrolla la ingeniería básica con estudios de mayor profundidad de la alternativa elegida y se toma de la decisión de invertir con un segundo EFTE, para pasar a la etapa de Ejecución, en donde se desarrolla la Ingeniería de detalles que permite materializar el proyecto en una obra física.

Para el desarrollo de la ingeniería, es conveniente distinguir entre ingeniería de proyecto e ingeniería de producción. Normalmente la Ingeniería de Proyectos está destinada a implementar proyectos complejos que obedecen a la estrategia de la empresa y los proyectos de producción tienen por objeto atender demandas originadas por operaciones. La tendencia es que la ingeniería de proyectos se asigne a empresas especializadas de ingeniería, en tanto la ingeniería de producción, al ser normalmente proyectos menores se hagan “en casa”. Existen algunos proyectos que están en “tierra de nadie”, como agregar una unidad para romper un “cuello de botella” en que la gerencia decidirá si cuenta o no con los recursos en casa para realizar el proyecto.

### **10.1. Desarrollo de la Ingeniería del Proyecto**

Como se ha explicado la ingeniería comienza con la etapa del Estudio de Prefactibilidad, en donde se desarrolla la Ingeniería Conceptual, que debe analizar alternativas y escoger una, que la determina el EFTE.

En esta Ingeniería conceptual ya comienzan a requerirse los recursos de las diferentes disciplinas de la ingeniería, como Procesos, Mecánica, Lay-out, Cañerías, Civil-Estructural, Eléctrica, Instrumentación y Control, Arquitectura y ahora último, Medio Ambiente, en que cada una de ellas desarrollará los criterios de diseño del proyecto, y las especificaciones hasta un nivel de “Hecho para diseño de Ingeniería Básica” en Rev. 0, que si es aprobado, pasará a la etapa siguiente de Estudio de Factibilidad.

En el estudio de Factibilidad se desarrollará la Ingeniería Básica, de la alternativa elegida en la etapa anterior, con un mayor detalle, dejando los planos, estudios y documentos del proyecto, “Hecho para diseño de Ingeniería de Detalles”, si la empresa una vez revisado el EFTE de esta etapa, decide invertir, pasa a la etapa de Ejecución, cuyas fases son Ingeniería de detalles, adquisiciones, construcción y montaje y PEM. En esta etapa los planos, cálculos, listados de equipos, especificaciones, documentos en general, de todas las disciplinas, se desarrollan hasta “Hechos para construcción en Revisión: 0.

### **10.2. Cambios de Ingeniería**

Durante el desarrollo de la etapa de ingeniería se producirán modificaciones al proyecto. Si éstos no son controlados será fuente de conflictos permanentes y muchas veces sorpresas desagradables, ya sea en mayores costos o mayores plazos o ambos.

Sus causas son: Variación del alcance del trabajo, Variaciones de las especificaciones técnicas y de diseño, nuevos requisitos ambientales, legales o de seguridad.

Una buena administración de los cambios evitará dificultades posteriores por sobregiros presupuestarios. Para ello se deberá establecer un procedimiento de control de cambios. Es usual que las empresas tanto de Ingeniería como del dueño tengan formatos o protocolos, para dejar establecidos los cambios, responsabilidades e impactos en el proyecto en plazos y costos y se acuerdan entre las partes, aprobando por el dueño si éste está de acuerdo con el cambio. Es recomendable reuniones de “tendencias” (“Trend Meetings”), semanales entre Ingeniero (Ejecutor) y Cliente, de tal modo que el dueño esté permanentemente informado cual es la tendencia de su proyecto en costo y en plazo y no reciba sorpresas desagradables al finalizar las tareas.

## **11 ABASTECIMIENTOS DE EQUIPOS Y MATERIALES**

Adquirir equipos y materiales puede ser realizado por el DP o por el Departamento de Adquisiciones ya sea en forma directa o por medio de agencias externas especializadas.

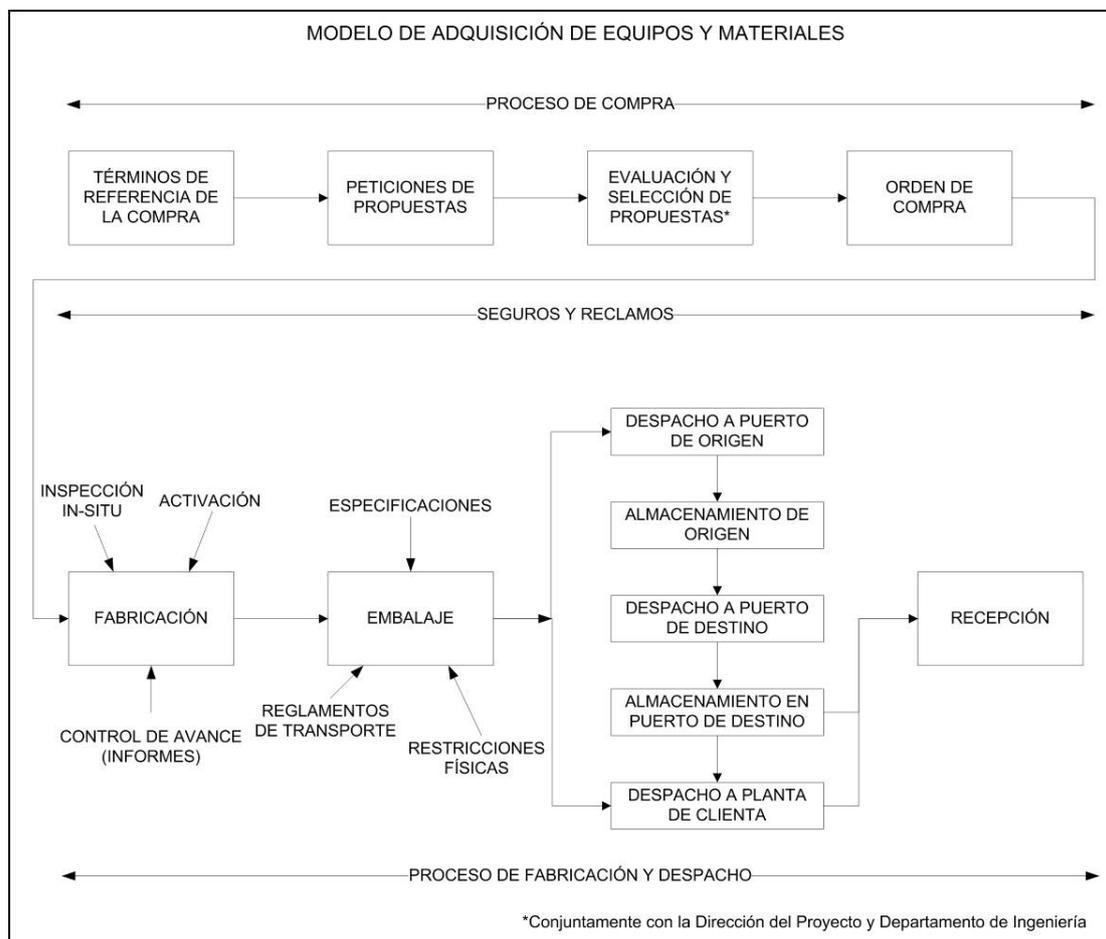
En una organización pura la responsabilidad total de las adquisiciones es del DP, o eventualmente en organizaciones semipuras. En tanto en organizaciones matriciales el Departamento de Adquisiciones asumirá esta tarea. En ambas situaciones la adquisición puede ser contratada con especialistas en el tema.

El Departamento de Adquisiciones de la empresa, normalmente está adquiriendo equipos y materiales para la operación de la empresa, para lo cual puede tener una programación, además del manejo de stock, y cuando se requiere adquirir materiales y equipos para un Proyecto, debemos recordar que éste es “único” (no hay dos proyectos iguales) y con plazos determinados, por lo cual no puede adaptarse a los plazos normales de los Departamentos de Adquisiciones.

Las funciones básicas de un departamento de adquisiciones son la contratación de las adquisiciones, la activación, la inspección y el despacho.

La función de abastecimiento de un proyecto es altamente especializado, se requiere un amplio conocimiento de las fuentes de abastecimientos, métodos de emisión de órdenes de compra, contratación, práctica de seguros, información actualizada de medios de despacho marítimo, aéreo y terrestre, lo que hace aconsejable confiar esta tarea al DP, cuando el proyecto es de gran magnitud que se justifica la duplicidad de funciones de compras.

A continuación se presenta un modelo general del proceso de adquisiciones de equipos y materiales destinados a la realización de un proyecto:



Para nuestro análisis orientados a grandes proyectos inversión de capital, interesa que veamos el proceso de equipos mayores, ya que tienen mayor dificultad y tiempo de entrega y en forma especial en estos momentos en Chile (Junio 2008), en que se están desarrollando simultáneamente, tanto en el país como en otros países grandes proyectos de inversión de capital por los atractivos precios de los productos (Commodities), lo que ha traído consigo una gran demanda de equipos, que está duplicando los plazos de entrega normales de éstos.

La adquisición de equipos se basa en las especificaciones funcionales emitidas por el usuario, las cuales sirven para preparar las correspondientes especificaciones técnicas por el proveedor. Las adquisiciones de materiales es un problema más fácil, ya que éstos normalmente son estándar, (cemento, barras de fierro para construcción, cañerías cables, etc.), es la adquisición de material a granel, (“bulk, material”).

La adquisición de equipos es un caso particular de un proceso de contratación, que termina con la formulación de un contrato.

El proceso se inicia con la definición del alcance de la adquisición y continúa con la investigación de proveedores, llamados a propuestas, reuniones con proponentes, análisis de las ofertas, selección de la más conveniente y colocación de la orden de compra, la cual es una forma de contrato. En la evaluación participan actores del proyecto como funcionales, en donde la labor de coordinación y liderazgo del DP es fundamental.

Los siguientes factores son relevantes en adquisición de equipos mayores:

- Capacidad de producción
- Especificaciones técnicas de diseño
- Costos directos del equipo
- Condiciones de financiamiento
- Plazo de entrega
- Asistencia técnica
- Repuestos
- Confiabilidad de operación

Hay ciertos equipos que necesitarán inclusión de factores adicionales, la industria electrónica en particular demandará requisitos específicos de diseño que no los requieren los equipos de procesos.

Para evaluar normalmente se forma una comisión multidisciplinaria y analizan los factores técnico-económicos-financieros, ponderando las variables.

El proceso culmina con la emisión de la orden de compra, para lo cual normalmente se emplean documentos impresos que describen las condiciones generales de compra de la empresa usuaria, las que son completadas con la información específica del equipo adquirido, con sus especificaciones técnicas finales convenidas. El documento en conjunto tiene la validez de un contrato. (MR, Material Requisition).

### **11.1. Proceso de Fabricación y Despacho**

El proceso de fabricación debe ser controlado por el cliente, mirando su activación (plazos) y realizando inspección técnica. El Departamento de Adquisiciones podrá disponer de activadores que visiten periódicamente al proveedor y además asignará un inspector técnico especializado. Completada la fabricación se procederá al despacho, que comprende embalaje, transporte, seguros hasta la recepción en planta. Este proceso se denomina logística de adquisiciones, y es conveniente en un gran proyecto, tener un profesional especializado.

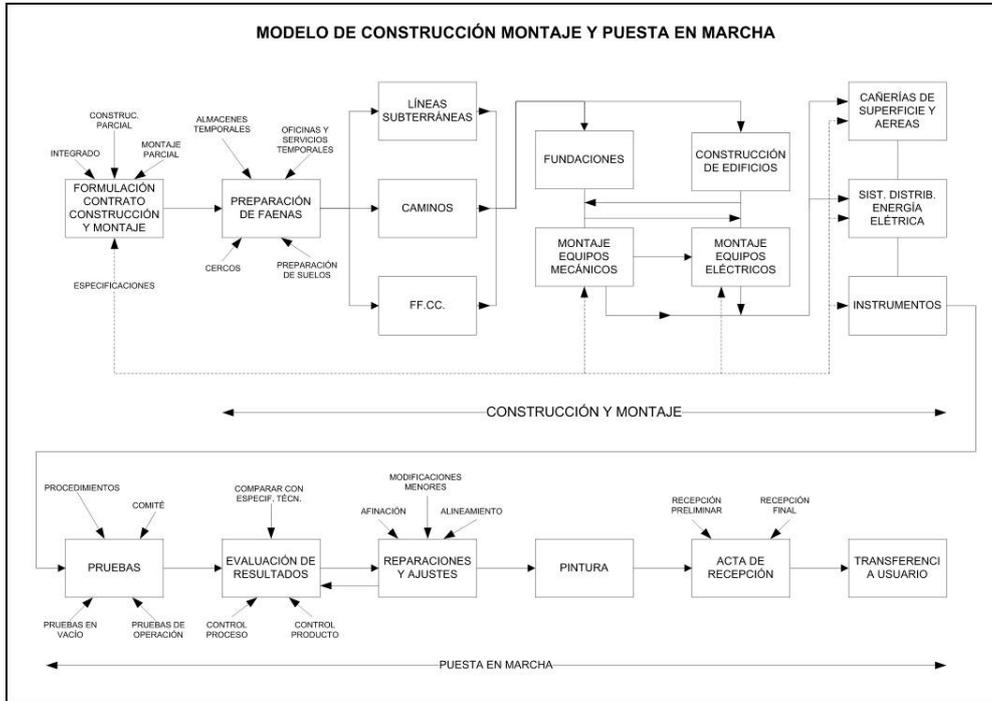
## 12 CONSTRUCCIÓN

Conceptualmente las obras de construcción pueden ser realizadas “en casa” o a través de firmas contratistas. Recursos para construcción en empresas industriales son escasos o no existen, por lo cual las obras se realizan a través de contratistas de obras, con contratos regulados según el tipo de contratos vistos en el punto 8 del presente documento. Las ventajas de trabajar con empresas constructoras y de montaje, es que en la empresa usuaria, su objetivo es su producción y su estructura no está adaptada a construir, además no tiene la experiencia ni especialización en obras, ni la flexibilidad de administración de los recursos humanos del contratista. Como además los proyectos de inversión demandan el uso de costosos equipos de construcción, el contratista tiene una mejor utilización de ellos, y el contratista como comprador habitual de materiales obtiene costos más bajos en su compra, lo que hace que considerando todo lo antes expuesto, el costo de la construcción es normalmente menor, que si la ejecutara el usuario.

En resumen hay dos esquemas básicos:

- a) La tarea es encargada a una empresa contratista general, que subcontrata las distintas faenas con diversos subcontratistas.
- b) El DP de la empresa usuaria actúa como si fuera contratista general subcontratando las obras con diferentes constructoras y delegará la tarea a un administrador de la construcción.

A continuación se presenta un gráfico del modelo de construcción montaje y puesta en marcha de un proyecto de inversión de capital.



Las tareas de la PEM son la culminación de las obras de construcción y montaje.

Para claridad de presentación el modelo está con actividades secuenciales, pero en la práctica como hemos visto se recurre al sistema “vía rápida”, (“Fast track”), con traslapeo de actividades, así como iteraciones que también ocurren.

Brevemente las obras de construcción básicas son:

- Preparación de suelos e instalación de faenas
- Trabajos previos (Obras tempranas)
- Construcciones Civiles
- Montaje de equipos mecánicos y eléctricos
- Instrumentos
- Aislaciones y pinturas
- Participación en la puesta en marcha.

### **12.1. Control del Desarrollo de las Obras de Construcción**

El DP tiene la responsabilidad sobre la calidad de las obras (cumplir especificaciones), costo, (cumplir presupuesto) y tiempo, (cumplir plazo).

La inspección técnica de las obras, (ITO) representa una tarea esencial de control de responsabilidad del DP de la empresa usuaria.

Los medios para ITO que de que dispone el DP pueden ser:

- a) Personal propio.
- b) Servicio de forma matricial del Departamento de Ingeniería o de construcción de la empresa usuaria.
- c) Contratación de servicios externos.

Es aconsejable que la empresa usuaria con su función ingeniería, forme parte inseparable de la fase de construcción. Debe vigilar el cumplimiento de planos, especificaciones, resolver dudas, analizar cambios.

El control presupuestario será más o menos detallado según el tipo de contrato. En uno por suma alzada estará representado por la obra misma, en tanto en uno por administración delegada, será resultado del árbol de quiebre del proyecto.

El control de avance tiene por objeto comprobar que la obra progrese de acuerdo al programa de trabajo convenido en el contrato. Para ello se tienen supervisores de terreno dependientes de la dirección del proyecto.

El control de calidad está dirigido a comprobar que las obras son ejecutadas por el contratista de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos de ingeniería de detalles del proyecto.

La tarea es entregada a inspectores profesionales, designados por el DP o por el Departamento de Ingeniería, o contratados según el esquema organizacional adoptado. El control es permanente durante el desarrollo de la construcción.

### **13 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS E INSTALACIONES**

Puesta en marcha, (PEM), en resumen comprende todas las actividades que median entre el término de la fase de construcción y montaje de equipos e instalaciones del proyecto y su operación normal de acuerdo a las especificaciones técnicas.

El proceso aparece en la parte inferior del gráfico del modelo presentado anteriormente.

El programa de trabajo del proyecto ya ha incluido como actividad (probablemente crítica), las tareas para la PEM, así como el presupuesto ha contemplado su costo.

Normalmente el procedimiento obedece al manual de puesta en marcha, que en los grandes proyectos es conveniente comenzar con un especialista en PEM, aproximadamente un año antes del fin de las obras. Esta comienza con las pruebas en vacío de los sistemas parcializados por el comité de PEM, que compara los resultados con las especificaciones técnicas, para proceder a las modificaciones y ajustes necesarios para la realización de las pruebas operacionales con carga, para luego pasar a las terminaciones finales de pinturas y recepciones provisionales y definitiva, para la transferencia al usuario (operaciones).

### **14 AUDITORÍA DEL PROYECTO**

El término auditoría en algunas organizaciones se tiende a pensar en connotaciones delictuales y culpables que es preciso identificar y penalizar.

Eso no es el concepto moderno de la misión del auditor, su función es eminentemente correctiva y consiste en examinar lo hecho en forma crítica pero constructiva, para señalar lo malo y recomendar su enmienda. Además obtiene “lecciones aprendidas”, para aplicarlas en situaciones similares de otros proyectos y no cometer los mismos errores.

Normalmente, la auditoría del proyecto consiste en un examen sistemático de la forma de implementación y resultados logrados, en comparación con los objetivos, metas y requerimientos trazados. Actualmente el concepto se ha completado ya que el proyecto comienza a ser examinado desde su concepción, con evaluaciones independientes del proyecto, revisión de pares, (Off project Review), que consiste en una revisión de especialistas externos al proyecto, de mucha experiencia, que son pares de los especialistas ejecutores y analizan el proyecto en la interfaz de una etapa a otra para emitir una opinión basada en juicios expertos y revisión de antecedentes, desde el punto de vista de la gestión y del negocio de éste, para informar al directorio si hay fallas fatales, riesgos o tareas necesarias de realizar, previo a la autorización para etapa siguiente, de tal modo que el directorio del dueño tome decisiones fundamentadas.

## 15 ÚLTIMAS METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS EN APLICACIÓN ACTUAL

En Gestión de Proyectos se han desarrollado aplicaciones computacionales desde que nacieron los computadores. Generalmente cuando se habla de software para la gestión de proyectos, la referencia es hacia los paquetes de software que apoyan el desarrollo de presupuestos y la planificación y control de los proyectos. La planificación normalmente basada en los métodos de la ruta crítica.

Actualmente las tecnologías de la información (TI), tienen una gama más amplia que los software tradicionales, incluyendo la forma en que la tecnología y los procesos de diseño y ejecución de los proyectos pueden ser redefinidos para alcanzar mejoras sustanciales en su desempeño. En cuanto a software convencionales la página <http://www.infogoal.com/pmc/pmcswr.htm>, entrega una lista muy completa de software para gestión de proyectos.

Para seleccionar el software adecuado para un proyecto se debe tener en consideración, la capacidad, medios de documentación, y ayuda en línea, facilidad de uso, características disponibles, integración con otros sistemas, requisitos de instalación, capacidades de presentación de informes, seguridad, respaldo y costo.

En el ámbito de la TI se distinguen herramientas de organización semántica, de modelación dinámica, de interpretación de información, de visualización y de comunicación y colaboración.

**Organización semántica:** Ayudan a analizar y ordenar lo que se sabe o lo que se está aprendiendo. Son las bases de datos y las redes semánticas, (mapas conceptuales).

**Modelación Dinámica:** Ayudan a describir las relaciones dinámicas que se establecen entre las ideas. Son las hojas de cálculos, las relaciones de CPM y herramientas de modelación, como la simulación de Monte Carlo.

**Interpretación de Información:** Ayudan a procesar gran cantidad de datos. Hay una nueva clase de mecanismos inteligentes de búsqueda de información, como la web (Word Wide Web), que están revisando diversas fuentes y localizando las pertinentes para los usuarios.

**Visualización:** Ayudan al proceso a través de la vista ya que a través de ella, nos llega más información que a través de cualquier otro sistema sensorial. Un buen ejemplo son los modelos CAD en tres dimensiones (3D), que ahora se les ha agregado la variable tiempo y se tiene el CAD 4D.

**Comunicación y colaboración:** Telecomunicaciones por medio de los computadores, incluyen conversaciones en directo, chats, teleconferencias, correos electrónicos, grupos de

discusión, etc. Todo esto se puede ocupar para apoyo de las comunicaciones en un proyecto y entre proyectos. Las extranets tienden puentes entre los espacios públicos (Internet) y privados (intranets) de las organizaciones, creando ambientes de colaboración para los proyectos.

En la página <http://www.software-x.com/software/project-collaboration.html>, se puede encontrar una extensa lista de software de colaboración para proyectos.

“**Team X**” fue llamado el equipo de proyectos de la NASA que a mediados de los años 90 se formó para mejorar los plazos y calidad de las propuestas de misiones espaciales. Esto se realizó con un equipo estable de ingenieros expertos y un importante uso de software de última tecnología. Esto dio origen a lo que hoy se llama **Colaboración extrema en proyectos**, que propone un nuevo modelo de organización del proyecto, requiere de un lugar físico para el soporte tecnológico de un hardware, datos y software y un modelo de red humana altamente interactiva, que permita acelerar el desarrollo de los diseños de los proyectos desde varios meses a unos pocos días. Este modelo ha sido adaptado a otros tipos de proyectos, logrando resultados increíbles. En todas estas metodologías se ha comprobado que la clave del éxito, no son las herramientas computacionales en sí, sino los “factores humanos”, como en toda actividad que los humanos desarrollemos.

### **Lean Project Delivery**

Este enfoque de la gestión de proyectos está tomando cada día más fuerza a nivel mundial, ya que sus características permiten atacar las causas de muchos de los problemas que frenan la efectividad de la gestión de proyectos. Esto es el enfoque Lean Construction (Construcción sin pérdidas). En un principio sólo dirigido a la etapa de ejecución del proyecto, ha avanzado y ahora cubre todas las etapas del proyecto, dando origen al **Lean Project Delivery**.

Lean Project Delivery está basado originalmente en los sistemas de gestión del sistema de producción de Toyota, diseñado para reducir pérdidas. La organización Sutter Health que maneja hospitales en USA, aplicó lean project delivery par su plan de construcciones de hospitales. Su estrategia según ellos lo indican se puede resumir en “Las 5 grandes ideas”.

Estas son:

- Colaborar; realmente colaborar durante el diseño, la planificación y la ejecución del proyecto.
- Incrementar la relación entre todos los participantes.
- Los proyectos son cadenas de compromiso
- Optimice el proyecto, no las partes.
- Acoplar firmemente acción con aprendizaje.

Con el fin de internalizar completamente las cinco ideas Sutter Health desarrolló un **Contrato relacional**, firmado por el diseñador (Ingeniería), el administrador (DP), el

contratista general (Constructor) y el mandante, (dueño). Aquí se describe como los participantes se deben relacionar . Los aspectos principales del contrato son:

- **Relaciones entre las partes:** Debe ser un equipo integrado de proyecto (EIP). Con libre intercambio de ideas y aprendizaje conjunto, tolerancia y respeto de los participantes.
- **Creación de un ambiente de colaboración entre diseño y construcción:** La colaboración se centra en explorar y definir el problema y no en comentar las soluciones propuestas por otros.
- **Articulando y activando la cadena de compromisos :** El acuerdo reconoce que la habilidad de establecer un flujo confiable de trabajo depende de la obtención de compromisos confiables en la organización. Se utiliza para esto el modelo de “Acción lingüística”, propuesto inicialmente por Fernando Flores. Los procedimientos estimulan las conversaciones directas, ya sea en persona o por teléfono.
- **Optimización del Proyecto, no solo de las partes:** El acuerdo busca crear un sistema de riesgos compartidos, en vez de desplazarlo hacia otros participantes como ocurre generalmente. El contrato integrado considera un monto de contingencia único asignado al EIP.
- **Acoplar firmemente acción con aprendizaje:** Están incluidos los conceptos de mejoramiento continuo en los requerimientos de desempeño en el acuerdo integrado. Se deben realizar análisis mensuales de las causas de uso de contingencias y órdenes de cambio con el propósito de minimizarlas en el futuro.

Este sistema mostrado de Sutter Health en forma parcial, es un buen ejemplo de la aplicación de Lean Project Delivery. Esta aplicación se está reconociendo como una respuesta a muchos de los problemas de falta de integración entre los equipos de construcción y de diseñadores de proyectos.

## 16 REFERENCIAS

- Dirección de Proyectos de Ingeniero Américo Albala
- Project Management Institute (PMI)
- Project Management Body of Knowledge Guide, (PMBOK)
- Wikipedia

- Curso de administración de proyectos del Ingeniero y Profesor de Administración de proyectos de la UC Sr. Luis Fernando Alarcón (La Clase R ejecutiva de El Mercurio)
- Experiencia como DP del autor, en grandes proyectos de la Minería.